GESTÃO DA PRODUÇÃO EM FOCO

VOLUME 51

Organizador
Rafael Alves Pedrosa

Editora Poisson

Ano 2022

Rafael Alves Pedrosa
(Organizador)

Gestão da Produção em Foco
Volume 51

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2022

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MS. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G393
Gestão da Produção em Foco - Volume 51/ Organização Rafael Alves Pedrosa – Belo Horizonte - MG: Poisson, 2022

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-156-6
DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Gestão 2. Produção. 3. I. PEDROSA, Rafael Alves II. Título.

CDD-658

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.
Baixe outros títulos gratuitamente em www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Aplicações de algoritmos bioinspirados para estimação de rotas em um arranjo circular de antenas adaptativas 08

Rômulo da Costa Delmondes, Everaldo Jose Rabelo dos Santos, Kelias de Oliveira, Andréa Cristina dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.01

Capítulo 2: Estudo de técnicas de filtragem no desenvolvimento do quadro morfológico para geração de soluções de produtos têxteis 19

Bruna Monique Souza Silva, Nathalia Márcia Goulart Pinheiro, Adriana Yumi Sato Duarte, Franco Giuseppe Dedini

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.02

Capítulo 3: Produção de habitação em madeira no sistema construtivo pilar-viga ... 28

Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá, Reginal Ferreira da Costa Filho

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.03

Capítulo 4: Tecnologia interativa para a captação de resíduos recicláveis 38

João Caio Souza Nunes, Dario da Silva Glória, Ana Lucia Soares Machado, Micila Sumária Medeiros Pereira

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.04

Capítulo 5: Modelo gamificado para reconhecimento de reciclados por meio de Inteligencia Artificial 47

Vitor Arlinson Rodrigues da Silva, Ana Lucia Soares Machado, Micila Sumária Medeiros Pereira, Giovane Taveira de Souza Xavier

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.05

Capítulo 6: Avaliação da maturidade na gestão da sustentabilidade nas indústrias de autopeças brasileiras 56

Fabiano Rodrigues Soriano, Ronney Silveira de Almeida, Maruedson Pires Martins, Fernando Remigio Tamariz Luna, Adjeferson Custódio Gomes

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.06

Capítulo 7: Aplicação de modelo GARMA para produção industrial brasileira 66

Guilherme da Silva Machado, Cleber Bisognin, Vanessa Siqueira Peres da Silva, Daniela Regina Klein, Michael Gonçalves da Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Analyzing re-make versus buy decision in remanufacturing operations: issues and directions 77

Iara Tonissi Moroni Cutovoi

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.08

Capítulo 9: Os estereótipos do trabalhador idoso nos últimos anos de sua carreira profissional 85

Henry Dyna, Celeste José Zanon

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.09

Capítulo 10: Uma abordagem sobre a classificação de riscos ocupacionais como fator essencial para elaboração de um Programa de Gerenciamento de Riscos-PGR 94

Luiz Antonio Larios Garcia

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.10

Capítulo 11: Tendência empreendedora dos acadêmicos do curso de engenharia de produção de uma universidade pública 104

Drienne Moreira Pazin, Cleston Alexandre dos Santos, Diego Gilberto Ferber Pineyrua, Alexandre Farias Albuquerque

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.11

Capítulo 12: Empreendedorismo: Análise dos micro e pequenos negócios que fecharam suas portas nos últimos anos no Vale do Paraíba e cidades adjacentes 116

Adriano Carlos Moraes Rosa, Celio Favoni, Herlandi de Souza Andrade, Ramon Oliveira Borges dos Santos, Vanessa Cristhina Gatto

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.12

Capítulo 13: Análise de risco da entrada de uma empresa de serviços na área de instalação de módulos fotovoltaicos 127

Alexsandro Silva Solon, Carlos Henrique Yamasaki Martins

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.13

Capítulo 14: Aplicação da filosofia *Lean Seis Sigma* e gestão de pessoas na área produtiva de uma empresa do setor de componentes automotivos. 147

Charles Cristian Silva Costa, João Gabriel Rubez da Costa, Rosinei Batista Ribeiro

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.14

SUMÁRIO

Capítulo 15: Gestão da aplicação do *Lean* em empresas de serviço: Foco nas concessionárias de veículos.....161

Roberto Barbosa Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.15

Capítulo 16: Alinhamento estratégico na seleção de projetos de TI com *Seis Sigma*168

Regina Célia Messias dos Santos, Humberto Caetano Cardoso da Silva, Marcus Augusto Vasconcelos Araújo, Cristiane Salome Ribeiro Costa, Adilson da Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.16

Capítulo 17: Análise dos fatores críticos de sucesso no processo de implantação do Programa 5S em uma organização pública na cidade de Canoas-RS 177

Bruna Borin, Jaqueline Terezinha Martins Corrêa Rodrigues

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.17

Capítulo 18: Um estudo da aplicação de metodologias ágeis em sistemas judiciários 186

Thais Rodrigues de Oliveira, Rayan Marinato Sales Cordeiro, Mariane Ribeiro Silva, Leonardo Delgado Faria Kleuser, Ercilia de Stefano

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.18

Capítulo 19: Metodologia 8D: Estudo e aplicação em uma fábrica de lanternas para veículos pesados 195

Edilson Miolli Filho, Franciele de Cássia Silva, Gabriela Purcino, Meline Melisse Trinca Guerino

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.19

Capítulo 20: Modelagem e otimização do sistema de extrusão de impressoras 3D para construção civil.....205

Caio Vinicius Efigenio Formiga, Marcos Lajovic Carneiro, Epaminondas Luiz Ferreira Júnior

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.20

Capítulo 21: Aplicação de um modelo de apoio à decisão multicritério para seleção de uma fábrica de forros PVC para representação comercial 217

Bianca Mylena da Silva Aragão, Évina Lesly Pereira Maranhão, Igor Danilo Costa Matos, José Vicente da Silva Bastos, Marina Mota França

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.21

SUMÁRIO

Capítulo 22: Proposta de solução de emergência em Petroquímica: Um estudo de caso 226

André Luiz de Almeida Placência, Nivaldo Lemos Coppini

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.22

Capítulo 23: *Collaborator Experience* como estratégia de soluções gerenciais aplicado em um grupo de estudos e pesquisas científicas 235

Andrei Bonamigo, Douglas Marques Lelis, Lucas Ferreira Mendes, Ana Carolina Custódio Lopes, Jossiane Gonçalves do Nascimento

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.23

Capítulo 24: Mapeamento dos pós-graduandos brasileiros e reflexão sobre métricas de desempenho científico 247

Adriana Barbosa Santos, Álvaro Magri Nogueira da Cruz, Linara Stéfani Facini

DOI: 10.36229/978-65-5866-156-6.CAP.24

Autores: 260

Capítulo 1

Aplicações de algoritmos bioinspirados para estimação de rotas em um arranjo circular de antenas adaptativas

Rômulo da Costa Delmondes
Everaldo Jose Rabelo dos Santos
Kelias de Oliveira
Andréa Cristina dos Santos

Resumo: A crescente demanda por comunicações móveis tem exigido melhor cobertura, melhor capacidade e maior qualidade de transmissão. Os sistemas de antenas inteligentes possibilitam por meio do uso eficiente do espectro de radiofrequência, uma solução eficaz para o atendimento dos sistemas sem fio, e de taxas de transmissão elevadas. Neste artigo é examinado o desempenho de antenas inteligentes em um arranjo adaptativo, utilizando Uniform Circular Array (UCAS). Serão aplicados os métodos matemáticos de otimização inspirados em comportamentos da natureza considerando dois algoritmos de enxames - Firefly Algorithm (FA) e Whale Optimization Algorithm (WOA), e o algoritmo evolutivo - Biogeography-Based Optimization (BBO). O ambiente de simulação e compilação proposto foi desenvolvido com o apoio do software matlab® versão r2016a, tendo como principal objetivo identificar o caminho ótimo a ser percorrido pelo sinal para atendimento da transmissão, estabelecendo um canal de comunicação entre o nó de origem e o nó de destino. Os principais resultados demonstram que os algoritmos baseados em enxames - FA e WOA, apresentaram melhores desempenhos, pelo fato de serem capazes de identificar a melhor rota para o sinal enviado. Enquanto que o algoritmo baseado em processos evolutivos - BBO, teve um comportamento fora das especificações de operação preestabelecidas.

Palavras-chave: Arranjo adaptativo; otimização; algoritmos bioinspirados

1. INTRODUÇÃO

As comunicações sem fio são utilizadas em uma grande diversidade de dispositivos como a rede sem fio, a telefonia celular, o *Global Positioning System* (GPS), além da demanda da tecnologia da *Internet of things* (IoT). O aumento dos sistemas de comunicações sem fio, tem demanda por melhorias nos processos de transmissão e recepção dos sinais de comunicação. De acordo com Haykin (2009), a busca por melhores rotas de transmissão e recepção, economia de energia, otimização de tráfego são aspectos que devem ser explorados. Dentre as tecnologias destacam-se: antenas inteligentes, novos protocolos de comunicação, inteligência artificial (algoritmos bioinspirados).

A localização da antena em redes móveis sem fios e a escolha do algoritmo depende fortemente de fatores, conforme exposto por Patricio (2005):

- Arquitetura da rede;
- O número de nós que estão à volta de cada sensor;
- A área que a rede cobre e a distribuição dos sensores nessa área;
- Tipo de espaço físico coberto pela rede (interior de edifícios, exterior ou em ambas situações);
- Sincronização entre sensores e;
- A largura de banda de sinalização entre sensores.

Neste trabalho serão analisados, em um cenário de simulação estático em duas dimensões, o desempenho dos algoritmos bioinspirados na otimização de percursos ou rotas de transmissão, aplicados a um modelo de arranjo adaptativo com geometria circular (UCA). Apenas as informações relacionadas à direção entre os elementos de transmissão e recepção serão consideradas, com destaque para:

a) identificar a melhor rota como o caminho ótimo a ser percorrido, para atendimento da transmissão;

b) tentativa de estabelecer o caminho de comunicação entre o nó de origem e o nó de destino ao longo da melhor rota; e

c) estabelecer uma lista de uma ou mais rotas potenciais entre o nó de origem e o nó de destino como resultado da solicitação;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção é apresentado uma fundamentação teórica referente a revisão bibliográfica do estado da arte dos conceitos, classificações de antenas e algoritmos de otimização de enxames e evolutivos, com ênfase para: *Firefly Algorithm* (FA), *Whale Optimization Algorithm* (WOA) e *Biogeography-based Optimization* (BBO).

2.1. CONCEITOS DE ATENAS

Antena é todo dispositivo que irradia e recebe ondas eletromagnéticas, pode ser definida também como um elemento capaz de acoplar energia entre dois meios distintos: um guiado (cabo) e outro não guiado (ar). De acordo com Balanis (2016) um bom projeto de antena pode beneficiar todo o sistema de comunicação sem fio e agregar a este melhor desempenho. As antenas, são classificadas quanto às suas características de radiação: em omnidirecionais e direcionais (ou diretivas).

2.1.1. ANTENAS DIRECIONAIS

Para esclarecer os conceitos sobre antenas direcionais, apresenta-se, a seguir, um mapeamento sobre a classificação, com ênfase nas subclasses das smart antenna, e seus modos de operação.

2.1.1.1. CLASSIFICAÇÃO DAS ANTENAS DIRECIONAIS

Dai (2013) apresenta o conceito de antena direcional, como uma antena ou sistema de antenas devidamente distribuídas, que irradiam e recebem sinais de radiofrequência, com mais eficiência em determinada direção. Classificadas em dois tipos específicos:

- Antenas Direcionais Tradicionais: tem como principal característica a irradiação através de um feixe fixo de apontamento, ajustado para uma determinada direção por rotação manual ou mecânica.
- Smart Antenna ou Antenas Inteligentes: composta por uma matriz de antenas, distribuídas através de um arranjo linear, plano ou circular, dotada de capacidade de processamento digital de sinais para transmissão e recepção de forma adaptável.

2.1.1.2. SUBCLASSES DAS SMART ANTENAS

As *Smart Antenna* são capazes de ajustar seu diagrama de radiação com objetivo de diminuir as perdas relacionadas aos obstáculos e interferências externas. Segundo Boccato (2009), o sistema funciona de tal forma que os usuários ao se movimentarem, a direção da irradiação também é modificada simultaneamente. As Smart Antenna podem ser divididas conforme a sua forma de operação:

- Switched beam ou Feixe comutado: Os padrões do feixe da antena são predeterminados, alterando a fase de sinal de cada elemento da antena. Os quais possuem pesos, usados para produzir o padrão de feixe desejado, armazenados localmente na memória e acionados instantaneamente sempre que necessário.
- Steerable single beam antenna ou Antena de feixe único direcionável (arranjo dinâmico em fase): Neste sistema padrões de feixes arbitrários são formados em tempo real. Além disso, o padrão de radiação pode ser ajustado para os usuários, enquanto as direções para as fontes de interferência são definidas como nulas (ou zero), o que é chamado de capacidade de anulação. Essas técnicas podem maximizar o sinal para interferência e ruído (SINR) (LEHNE, 1999).
- Adaptive array ou Matriz adaptativa: Segundo Dai (2013), além da capacidade de anulação e da formação dinâmica de padrões de feixe, o padrão de radiação pode ser adaptado para receber sinais multipercurso utilizando algoritmos e técnicas de diversidade de espaço. Além disso, o uso de múltiplas antenas de matriz adaptativa no transmissor e no receptor (também chamado de beamforming MIMO (PALOMAR, 2003 e ARYAFAR, 2010)) pode melhorar ainda mais o desempenho em ambientes de múltiplos caminhos.

2.1.1.3. GEOMETRIA DO ARRANJO ADAPTATIVO

Um modelo de arranjo adaptativo para *Smart Antenna* pode ser elaborado em três principais geometrias: linear, circular e planar.

- Uniform Linear Array (ULA): composta por elementos uniformemente dispostos em linha reta;
- Uniform Retangular Array (URA): composta por elementos uniformemente dispostos no formato de um retângulo;
- Uniform Circular Array (UCA): os elementos são dispostos em círculo, devidamente separados por um ângulo pré-estabelecido.

Neste trabalho será considerado o modelo UCA, devido à sua possibilidade de cobertura em 360°, afim de permitir uma análise apropriada dos possíveis percursos entre o transmissor e o receptor.

2.2. OTIMIZAÇÃO

Segundo Muñoz Arboleda (2013), para que uma solução a um problema de otimização tenha significado, a mesma deve representar-se na forma de uma expressão matemática, chamada função objetivo (f), que considere uma ou mais variáveis de decisão (xi), as quais devem ser definidas. A partir destas variáveis, se consegue extrair da expressão matemática o maior valor numérico possível (maximização) ou o menor valor numérico possível (minimização).

2.2.1. CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO

Diversas técnicas de otimização têm sido propostas pela comunidade científica, sendo divididas em três categorias:

a) Métodos exatos: estes métodos geralmente utilizam algoritmos determinísticos para realizar uma busca exaustiva do espaço de soluções no intuito de encontrar o ótimo global da função objetivo;

b) Métodos heurísticos: são métodos que utilizam uma ou mais informações referentes ao problema para guiar o processo de busca de uma solução ótima (MICHALEWICZ, 1996);

c) Métodos metaheurísticos: são métodos de generalização que permitem resolver diversos tipos de problemas sem precisar grandes mudanças nos algoritmos.

Os métodos de otimização metaheurísticos são o foco do presente trabalho.

2.2.2. ALGORITMOS BIOINSPIRADOS

Os algoritmos Bioinspirados são baseados em metaheurística inspirada na natureza, na biologia e em processos físicos. Esta ciência denominada computação natural (YANG, 2010) compreende área de atuação em processos de otimização, inteligência artificial (redes neurais artificiais, lógica nebulosa, etc), bio-computação para análise de DNA (*Deoxyribonucleic acid*), entre outros. As suas técnicas computacionais são baseadas em princípios evolutivos, tais como a seleção natural e herança genética, mutação e comportamentos coletivos para troca de informações.

No contexto deste trabalho considera-se dois algoritmos de enxames, sendo o FA, Algoritmo do Vagalume e o WOA, Algoritmo de Otimização das Baleias, além de um algoritmo evolutivo, que corresponde ao BBO, Otimizador Baseado na Biogeografia.

2.2.2.1. ALGORITMO DO VAGALUME

O funcionamento do FA baseia-se no comportamento social de vagalumes ou pirilampos. Cada espécie de vagalume produz um padrão único de lampejos rítmicos. Ainda de acordo com Yang (2009), no algoritmo, a intensidade e lampejos da luz estão associados com o valor da função objetivo a ser otimizada.

Três importantes características são consideradas na elaboração do programa: (i) os vagalumes são unissex; (ii) a atração entre os vagalumes é proporcional à intensidade de sua luz e decresce à medida que a distância aumenta; (iii) a intensidade do lampejo é determinada pelo valor da função objetivo a ser otimizada. No FA, são estabelecidos coeficientes como: absorção, aleatoriedade inicial e redução aleatória, sendo cada uma delas variáveis determinantes no alcance da melhor solução.

2.2.2.2. ALGORITMO DE OTIMIZAÇÃO DAS BALEIAS

O WOA é uma técnica recente baseada em enxames, para resolver problemas de otimização e tem como funcionalidade imitar o comportamento de caça das baleias jubarte.

Para uma melhor compreensão é importante destacar três situações estratégicas, apresentadas no trabalho de Mirjalili (2016):

- Cercando a presa: As baleias jubarte realizam o cerco ao identificar a localização da presa, de modo similar, o algoritmo WOA assume que a presa mais próxima é a melhor solução, definindo assim o agente de pesquisa mais próximo;
- Alimentação em redes de bolhas (*bubble-net*) em espiral: Esta abordagem calcula primeiro a distância entre a baleia localizada em (X, Y) e a presa localizada em (X*, Y*). Uma equação em espiral é criada identificando esta distância para simular o movimento das baleias jubarte;
- Procura por presa (fase de exploração): Nesta etapa a posição do agente de pesquisa mais próximo é atualizada de acordo com a posição de outro aleatório, ao invés de optar pela posição do melhor agente.

2.2.2.3. OTIMIZADOR BASEADO EM BIOGEOGRAFIA

O BBO, surgiu a partir de modelos matemáticos desenvolvidos por Robert MacArthur e Edward Wilson, motivado pelo entendimento e mapeamento do comportamento de migração, surgimento e extinção das espécies, técnica está baseada em processos evolutivos.

Simon (2008), distingue duas variantes para qualificar os habitats, o índice HSI (*Habitat Suitability Index*) e as variáveis SIV (*Suitability Index Variable*), que se relacionam da seguinte forma:

- Habitats com um alto HSI tendem a terem grande número de espécies;
- Habitats com um alto HSI tem muitas espécies que emigram para habitats próximos;
- Habitats com um alto HSI tem uma baixa taxa de imigração de espécies, devido à alta população e consequente saturação;
- Habitats com um baixo HSI tem uma alta taxa de imigração por causa de suas populações esparsas.

Simon (2008) ainda ressalta que a imigração de novas espécies para habitats de baixo HSI pode elevar o valor desta variante em relação ao habitat, porque a adequação de um habitat é proporcional à sua diversidade biológica. No entanto, se o HSI de um habitat permanecer baixo, as espécies que nele residem tenderão a se extinguir, o que abrirá ainda mais o caminho para a imigração adicional. Devido a isso, os habitats de baixo HSI são mais dinâmicos na distribuição de suas espécies do que os de alto HSI.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O ambiente de simulação, foi desenvolvido com o auxílio do software Matlab® versão R2016a. O ambiente de simulação é planar (eixos x e y) contido em um espaço de cobertura de -10 a 10 unidades, representados pelos seguintes elementos dentro de um cenário estático:

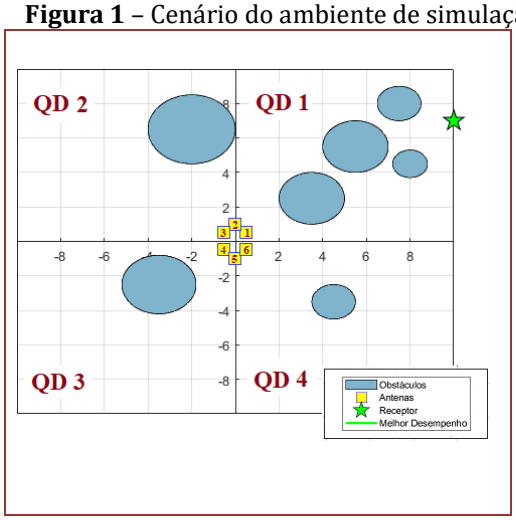
- Obstáculos – representam área com presença de edificações, árvores, paredes, construções, além de interferências causadas por outras fontes de radiofrequência, que possam atrapalhar a visada diretiva entre os elementos de transmissão e recepção;
- Antenas – elemento transmissor, identificado pelo número do sensor, distribuídos em um modelo de arranjo adaptativo do tipo UCA;
- Receptor – elemento receptor, podendo representar um celular, antena, rádio, entre outros elementos de telecomunicações;
- Melhor desempenho – melhor rota identificada durante as iterações.

Foi estabelecido uma dinâmica para otimização de rotas de sinais transmitidos por meio da aplicação dos algoritmos bioinspirados (FA, WOA e BBO). Para a busca dessas rotas é feita uma apresentação gráfica das iterações, simulando a irradiação do sinal, para o alcance do objetivo.

Para cada quadrante foi definida a análise de rotas de cobertura por até 3 sensores. Destaca-se a de melhor rota, apresentando o percurso ótimo. Neste contexto estabeleceu-se que cada sensor tem uma

faixa de cobertura máxima de até 180°. Também não foram consideradas análise de fronteira para as antenas. Considerando o cenário apresentado na figura 1, os sensores do arranjo contidos na faixa de cobertura do receptor localizados no quadrante 1, correspondem aos identificados por 1, 2 e 6, ficando os demais sensores 3, 4 e 5 desabilitados nesta cobertura de atendimento.

Figura 1 – Cenário do ambiente de simulação



No escopo deste trabalho, o ambiente analisado trata-se puramente de um cenário estático, experimental e de simulação computacional. E não foram utilizados dados reais extraídos de algoritmos consolidados para comparação de resultados.

3.1. ANÁLISE ADOTADA

Para a seleção das rotas foi utilizado o melhor resultado (valor mínimo) extraído da função objetivo, definida pelo caminho mais curto da distância, entre o transmissor (antena) e o alvo (receptor), identificando o percurso de melhor desempenho ao longo da busca.

Como forma complementar de avaliação foram coletados outros resultados obtidos através das funções estatísticas básicas como: média, mediana e desvio padrão. Além dos valores de violação e tempo de performance. Entende-se por violação os impactos nos obstáculos durantes as iterações, medido em unidades, e o tempo de performance como tempo de execução computacional dos algoritmos para cada antena por conjunto de iteração no ambiente Matlab®, medido em segundos.

4. RESULTADOS

4.1. ALGORITMO FA

A tabela 1 apresenta os dados estatísticos para o algoritmo FA correspondente a realização de 500 iterações para cada umas das antenas, que atendem ao receptor dentro da faixa de cobertura máxima de até 180°.

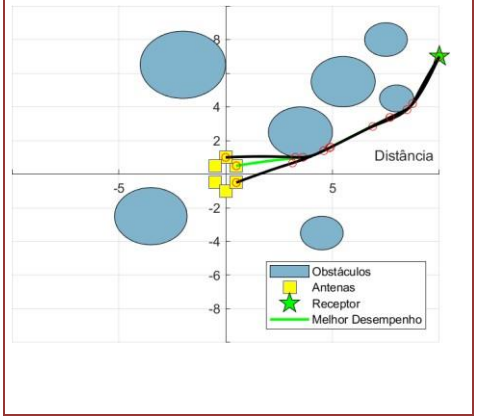
Tabela 1 – Dados estatísticos – Algoritmo FA

Algoritmo	Antena	Mínima	Média	Mediana	Desvio	Violação	TempoPerf.
	1	12,3751	12,5313	12,3764	1,4789	16	400,9561
FA	2	12,9317	13,0917	12,9319	1,1790	11	400,2001
	6	12,6220	12,7128	12,6221	1,2790	5	432,1562

Fonte: própria – Extraído do software Matlab R2016a.

O resultado de simulação para o algoritmo FA está apresentado na figura 2. A antena 1, obteve o melhor desempenho, ou seja, a que apresentou a melhor rota ou percurso ótimo. Verifica-se na coluna Mínima, tabela 1, o menor valor dentre as demais antenas, correspondendo a 12,3751 para a antena 1.

Figura 2 – Resultado da simulação - Algoritmo FA



Esta antena apresenta um alto desvio padrão, valor superior em consideração aos demais, devido ao espalhamento fornecido pelo comportamento do algoritmo durante o sorteio da população, o que ampliou a dispersão dos seus componentes, ocasionando um aumento no número de violações, influenciando na convergência em busca do melhor percurso, afetando de forma discreta em um aumento sutil no tempo de performance computacional em relação as demais antenas.

4.2. ALGORITMO WOA

Os dados estatísticos para o algoritmo WOA estão apresentados na tabela 2. Foram realizados mesmo número de iterações, que atendem a comunicação entre transmissor e receptor dentro da faixa de cobertura máxima de até 180°.

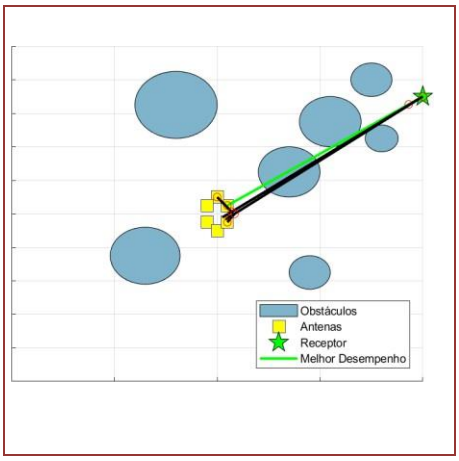
Tabela 2 – Dados Estatísticos – Algoritmo WOA

Algoritmo	Antena	Mínima	Média	Mediana	Desvio	Violação	TempoPerf.
	1	12,9229	41,0819	12,9229	263,6888	6	194,3464
WOA	2	14,2489	19,4955	14,2491	54,4216	54	192,6132
	6	13,6204	18,7994	13,6205	85,7718	4	192,5225

Fonte: própria – Extraído do software Matlab R2016a.

Os resultados de simulação para o algoritmo WOA estão ilustrados na figura 3. No cenário apresentado, destaque para a antena 1, sendo esta a que obteve o melhor desempenho, a melhor rota ou percurso ótimo. Verifica-se na coluna Mínima, da tabela 2, o menor valor dentre as demais antenas, correspondendo a 12,9229 para a antena 1, sendo este o fator que determinou a seleção deste percurso.

Figura 3 – Resultado da simulação – Algoritmo WOA



Ainda em análise a figura 3, percebe-se uma grande ocorrência de violações, ocasionado ao comportamento deste algoritmo, o qual ignora o desvio de obstáculos e valoriza o objetivo final que está relacionado a alimentação da espécie através da caça, diminuindo consideravelmente o tempo de performance computacional, devido maior agilidade na convergência para encontrar a melhor rota ou percurso ótimo. Em contrapartida, nota-se um alto desvio padrão que corresponde ao espalhamento fornecido pelo comportamento do algoritmo durante o método de caça adotado pela rede de bolhas.

4.3. ALGORITMO BBO

Seguindo os mesmos critérios dos experimentos anteriores, os dados estatísticos para o algoritmo BBO são apresentados na tabela 3 e os resultados de simulação estão ilustrados na figura 4. A antena 6, obteve o melhor desempenho. Verifica-se, na coluna Mínima, da tabela 3, o menor valor dentre as antenas, correspondendo a 26,9866 para a antena 6, fator que determinou esta como a melhor rota ou percurso ótimo, entre o transmissor e o receptor.

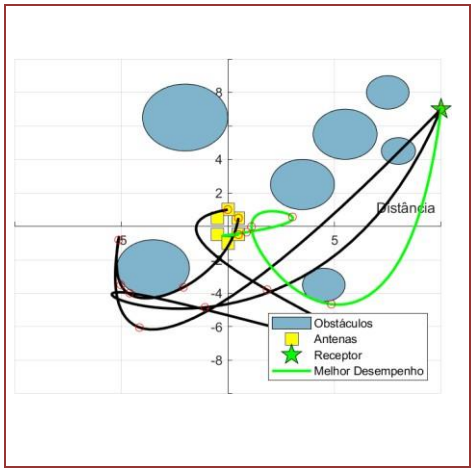
Tabela 3 – Dados estatísticos – Algoritmo BBO

Algoritmo	Antena	Mínima	Média	Mediana	Desvio	Violação	TempoPerf.
BBO	1	36,8630	36,9707	36,8651	0,8528	4	219,5586
	2	46,5249	46,6113	46,5252	0,9217	8	240,6667
	6	26,9866	27,0780	26,9876	0,7791	1	240,4434

Fonte: própria – Extraído do software Matlab R2016a.

Ainda em análise a figura 4, percebe-se um comportamento diferente dos algoritmos baseados em enxames, apresentados anteriormente. Neste caso, como se trata de um algoritmo evolutivo baseado em biogeografia, a evolução das espécies é analisada conforme as condições do habitat atual, dos processos de imigração, emigração, surgimento e extinção das espécies, cujas variáveis apontam os motivos do povoamento ou evasão de determinadas áreas, simulando um comportamento de busca em benefício da evolução da espécie.

Figura 4 – Resultado da simulação - Algoritmo BBO



A pequena taxa de ocorrências de violações, deixa nítido a valorização por melhores condições de sobrevivência em detrimento do objetivo final, aumentando consideravelmente o tempo de performance computacional, devido menor preocupação na convergência para encontrar a melhor rota ou percurso ótimo. Em contrapartida nota-se um baixo desvio padrão indicando uma dispersão dos dados em torno da média amostral.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em análise aos objetivos propostos, que delimitam o escopo deste estudo, considerando os resultados consolidados na tabela 4, podemos concluir que:

- A identificação da melhor rota como o caminho ótimo a ser percorrido, para atendimento da transmissão, foram alcançados dentro do processo de otimização oferecido pelos algoritmos FA e WOA;
- A tentativa de estabelecer o caminho de comunicação entre o nó de origem e o nó de destino, foi obtida por todos os algoritmos apresentados, cada qual com as suas particularidades de desempenho;
- A apresentação de uma lista de uma ou mais rotas potenciais entre o nó de origem e o nó de destino como resultado da solicitação, também foi atendido por todos os métodos de otimização propostos;

Estabelecido o alcance as metas dos objetivos deste estudo, faz-se necessário outras análises sobre diferentes ópticas, onde pelo ponto de vista da melhor rota (Mínima), análise de obstáculos (Violação) e performance computacional (Tempo Perf.), pode-se concluir que: o FA apresentou, status ótimo para a rota e piores análise para obstáculos e performance computacional; enquanto o WOA obteve status próximo de ótimo para a rota, análise para obstáculos intermediária e baixa performance computacional; já o algoritmo BBO apresentou a pior rota, melhor análise dos obstáculos e performance computacional intermediária.

Tabela 3 – Dados estatísticos – Resultados consolidados

Algoritmo	Antena	Mínima	Média	Mediana	Desvio	Violação	TempoPerf.
FA	1	12,3751	12,5313	12,3764	1,4789	16	400,9561
WOA	1	12,9229	41,0819	12,9229	263,6888	6	194,3464
BBO	6	26,9866	27,0780	26,9876	0,7791	1	240,4434

Fonte: própria – Extraído do software Matlab R2016a.

Tal fato, para o propósito deste experimento, garante a seleção dos algoritmos baseados em enxames, como os melhores, visto que o principal aspecto que envolve a melhor rota ou percurso ótimo foram atendidos pelos algoritmos FA e WOA. Os aspectos de obstáculos podem variar e prejudicar o sinal transmitido, dependendo do tipo de barreira, ou seja, o material do obstáculo poderá influenciar na rota de transmissão, logo seria uma característica que envolveria outros estudos específicos.

No caso do algoritmo BBO, baseado em processos evolutivos, foi identificado um comportamento fora das especificações de operação preestabelecidas, violando a regra de limite de operação em 180° por sensor do arranjo, sendo observado com clareza emissões de sinais contrárias a trajetória de atendimento entre transmissor e receptor, além de laços de sinais que apresentam características diferentes a de feixes de transmissão diretivos, impactando diretamente no comportamento sinal.

Este artigo é de natureza preliminar e, portanto, abre uma gama de possiblidades para futuras pesquisas, como:

1. melhorar o cenário de simulação tornando-o dinâmico e tridimensional, visando uma ampliação do estudo para análise do ângulo de chegada;
2. utilizar outras métricas, como, por exemplo, os testes paramétricos;
3. analisar outros algoritmos de otimização bioinspirados;
4. implementar algoritmos considerando múltiplos objetivos;
5. comparar resultados com outros métodos atualmente aplicados no âmbito comercial como Bartlett, Capon, Predição Linear, LMS, MUSIC e ESPRIT.

Infere-se que os algoritmos bioinspirados possuem desempenhos apropriados a proposta deste estudo e pode contribuir com pesquisas na área das telecomunicações, pois apresentam características de convergência rápida em busca do objetivo, fácil implementação e baixo consumo de processamento computacional.

REFERÊNCIAS

[1] ARYAFAR, Ehsan et al. Design and experimental evaluation of multi-user beamforming in wireless LANs. In: Proceedings of the sixteenth annual international conference on Mobile computing and networking. ACM, 2010. p. 197-208.

[2] BALANIS, C. A. Antenna Theory: analysis and design. 4. ed. New Jersey: John Wiley, c.2016. 1096 p. BOCCATO, Levy et al. Otimização Dinâmica Imuno-Inspirada para o Problema de Estimação de Direção de Chegada. Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, 2009.

[3] DAI, Hong-Ning et al. An overview of using directional antennas in wireless networks. International Journal of Communication Systems, v. 26, n. 4, p. 413-448, 2013.

[4] HAYKIN, Simon; MOHER, Michael. Sistemas modernos de comunicações wireless. Bookman Editora, 2009. LEHNE, Per H. An overview of smart antenna technology for mobile communications systems. IEEE Comm. Surveys, fourth Quarter, v. 2, n. 4, 1999.

[5] MICHALEWICZ, Zbigniew. Heuristic methods for evolutionary computation techniques. Journal of Heuristics, v. 1, n. 2, p. 177-206, 1996.

[6] MIRJALILI, Seyedali; LEWIS, Andrew. The whale optimization algorithm. Advances in Engineering Software, v. 95, p. 51-67, 2016.

[7] MUÑOZ ARBOLEDA, Daniel Mauricio. Otimização por inteligência de exames baseada em arquiteturas paralelas em aplicações embarcadas. 2013.

[8] PALOMAR, D. Perez; CIOFFI, John M.; LAGUNAS, Miguel Angel. Joint Tx-Rx beamforming design for multicarrier MIMO channels: A unified framework for convex optimization. IEEE Transactions on Signal Processing, v. 51, n. 9, p. 2381-2401, 2003.

[9] PATRICIO, Ortega C.; OSCAR, Enríquez P.; JUAN, Morales A. Estudio de Antenas Inteligentes y Principales Aplicaciones en los Sistemas de Telefonía Móvil. 2005.

[10] SIMON, Dan. Biogeography-based optimization. IEEE transactions on evolutionary computation, v. 12, n. 6, p. 702-713, 2008.

[11] YANG, Xin-She. Firefly algorithm, stochastic test functions and design optimisation. International Journal of Bio-Inspired Computation, v. 2, n. 2, p. 78-84, 2010.

[12] YANG, Xin-She. Nature-inspired metaheuristic algorithms. Luniver press, 2010.

AGRADECIMENTO

Kelias de Oliveira agradece o apoio de fomento pelo IFG, por meio do Edital no 14/2020.

Capítulo 2

Estudo de técnicas de filtragem no desenvolvimento do quadro morfológico para geração de soluções de produtos têxteis

Bruna Monique Souza Silva
Nathalia Márcia Goulart Pinheiro
Adriana Yumi Sato Duarte
Franco Giuseppe Dedini

Resumo: A manufatura aditiva possibilita o desenvolvimento de produtos para indústria têxtil, permitindo a customização e a integração do consumidor na criação e processo produtivo. O desenvolvimento de produto no setor gera uma ampla gama de soluções projetuais possíveis. Essa etapa pode ser custosa, principalmente pelo excesso de soluções a serem avaliadas. Uma ferramenta para geração de concepções é o quadro morfológico, que consiste em descrever o maior número de soluções existentes para um determinado projeto. Devido ao alto número de soluções geradas, o projetista precisa aplicar técnicas de filtragem do quadro morfológico para auxiliar a tomada de decisão. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo propor a integração de técnicas de filtragem na etapa do processo criativo. Assim, são utilizadas a lógica *fuzzy* e DFX para filtragem de soluções e o quadro morfológico para a descrição de soluções possíveis. Na aplicação da integração das ferramentas para o desenvolvimento de diferentes modelos de camiseta, percebeu-se que a lógica *fuzzy* é uma forma de mensurar e tratar dados subjetivos e funcionou como uma pré-filtragem para que pudessem ser inseridos no quadro que, por sua vez, permitiu a visualização e inclusão de todas as soluções para análise, estimulando a criação de novos modelos de camiseta, e a filtragem por DFX otimizou a classificação das soluções apresentadas.

Palavras-chaves: Manufatura aditiva; industria têxtil; desenvolvimento de produto; logica *fuzzy*; *Design for X*.

1. INTRODUÇÃO

Uma metodologia de desenvolvimento de projetos tem o objetivo de organizar as etapas de desenvolvimento, por meio do emprego de ferramentas orientadas a cada etapa. Este processo é baseado em um conjunto de atividades que, a partir das necessidades mercadológicas, permite formular as especificações de projeto, determinar o processo de produção e estabelecer métodos de acompanhamento do produto no mercado até o final da sua vida útil (Rozenfeld et al., 2006).

Para o desenvolvimento e aplicação de metodologias aplicadas na área da Moda, é necessário que algumas particularidades sejam levadas em consideração, como: (1) os produtos são desenvolvidos em linhas sazonais (coleções) em vez de produtos individuais, (2) são desenvolvidas diversas coleções de novos produtos anualmente, (3) algumas decisões tomadas durante o processo de desenvolvimento de produto podem gerar impactos em todos os produtos da coleção e (4) a indústria de confecção do vestuário é influenciada pela moda, ocorrendo grande dinamismo, exigindo prazos curtos para o desenvolvimento. Logo, estes aspectos devem ser considerados durante a escolha da metodologia a ser utilizada (MORETTI, 2017).

A Manufatura Aditiva (MA) é uma ferramenta que vem sendo utilizada com frequência no desenvolvimento de produtos e pode ser definida como o processo de união de materiais, camada a camada, de acordo com um modelo tridimensional. A tecnologia tem potencial e vantagens em diversas áreas, fornecendo uma relação custo-benefício econômica e eficiente em relação a tempo para produzir produtos personalizados com baixo volume e geometrias complexas, dado que uma das principais vantagens da MA é a liberdade de design, personalização e capacidade de imprimir essas estruturas com mínimo desperdício (GIORDANO et al.; 2016; PRAKASH; NANCHARAIH; RAO, 2017).

No entanto, a moda é uma área que apresenta subjetividade nas funções e subfunções de seus produtos, portanto a implementação da MA na indústria têxtil para geração de concepções, necessita de uma metodologia bem definida de desenvolvimento de produto para que os profissionais da área tenham interesse da aplicação em seus projetos.

Neste contexto, o objetivo da presente pesquisa é propor a integração de técnicas de filtragem para apoio na tomada de decisão durante o processo criativo. Esta integração é viabilizada pelo emprego das ferramentas DFX e lógica fuzzy, que permitem tratar as incertezas de projeto. Para tanto, limitou-se a presente pesquisa na etapa de Estudo de Viabilidade descrita por Dedini (2018) tendo como objeto de estudo uma camiseta com elementos impressos por manufatura aditiva.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. MANUFATURA ADITIVA (MA) APLICADA À MODA

A MA permite a customização de produtos, a integração do consumidor no processo e na criação e a utilização de novos materiais ainda não explorados na moda, por isso, sua utilização no setor têxtil vem se tornando uma tendência (SHAO, 2012).

A primeira peça impressa vestível (*Black Drape Dress)* foi criada em 2000 pelo engenheiro industrial Jiri Evenhuis e o designer Janne Kyttanen, e atualmente integra o acervo do MoMA (*Museum of Modern Art*) em Nova Iorque (GOMES, 2019). Desde então, as roupas impressas passaram por mudanças até as criações mais recentes, com destaque às produções da designer Iris Van Herpen, que adota inovações em materiais e técnicas que possibilitam a adição de características como maior flexibilidade, movimento e diferencial tátil/visual ao produto de Moda (MINUZZI; KUHN, 2015).

O desenvolvimento de novos produtos utilizando esta tecnologia deve atender requisitos técnicos, funcionais e estéticos para atingir o resultado desejado. Logo, o desenvolvimento de estruturas têxteis utilizando o processo gera, não somente configurações visuais diferentes, como também resultados táteis variados, aliando a questão estética com o aspecto funcional de cada estrutura e sua futura aplicação.

2.2. METODOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (DEDINI, 2018)

A metodologia de desenvolvimento de produto adotada neste trabalho, descrita por Dedini (2018), possui três etapas iterativas de projeto: Estudo de Viabilidade, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado.

Segundo Dedini (2018), o Estudo de Viabilidade identifica um nicho de mercado que justifique o início do desenvolvimento de um novo produto e tem foco em expandir as alternativas de solução através do emprego das ferramentas de criatividade. O emprego destes métodos deve garantir à equipe de projeto o maior número de ideias e soluções possíveis para atender às funções do produto, priorizando quantidade e não a qualidade das soluções.

Um dos métodos de criatividade adotados nesta metodologia é o Quadro Morfológico que, segundo Zwicky (1969), estimula a exploração sistemática de soluções parciais para os diferentes parâmetros do produto.

Para a criação de um quadro morfológico é necessário listar todos os parâmetros que representam as funções desejadas para o produto e, para cada um deles, explorar todas as ideias de soluções parciais possíveis para sua implementação (ZWICKY, 1969; ROZENFELD, et al., 2006).

Após a geração de ideias, faz-se uma análise da viabilidade física de implementação da solução, considerando os recursos disponíveis e a factibilidade de cada princípio. Esta análise pode ser facilitada com o emprego das DFX (*Design for X*), que podem ser utilizadas para definir as restrições de projeto e soluções propostas de acordo com a sua viabilidade, descartando toda ideia que não atende aos requisitos do projeto.

O termo surgiu do conceito de *Design for Excellence* apresentado por Bralla (1996) como uma abordagem para aproximar ao máximo o projeto de um produto às suas características ideais, mantendo a excelência em áreas específicas que foram representadas pela variável X. A ferramenta permite que, ao longo de todas as fases de desenvolvimento de produtos, sejam considerados fatores que levam à melhor solução em relação a um atributo específico. Desta forma a variável X representa um atributo que pode ser considerado conjunta ou independentemente e pode ser utilizada como forma de filtragem das soluções que atendam aos requisitos do produto (PAHL e BEITZ, 2005; ROZENFELD et al., 2006).

2.3. LÓGICA FUZZY

A lógica fuzzy foi introduzida por Lotfali Askar-Zadeh em 1965 para satisfazer conceitos que não tinham limites bem definidos e pode ser utilizada em diversas áreas para a tomada de decisão e como mecanismo de controle.

Segundo Omar (2016), a lógica fuzzy consiste em quatro etapas interconectadas: fuzzificação, regras, mecanismo de inferência e defuzzificação. O processo de Fuzzificação transforma valores exatos em graus de pertinência vinculados a conjuntos difusos, sendo que esta associação é baseada na conversão de cada nota contínua de valor discreto para um termo linguístico. Na fase de regras, a base é composta por relações entre variáveis linguísticas exatas encontradas dentro do conjunto fuzzy, sendo o módulo de mecanismo responsável pelo processamento matemático desta base para fornecer uma saída a partir de cada variável nebulosa de entrada. No mecanismo de Inferência, cada proposição fuzzy é processada matematicamente e os operadores são selecionados para definir a relação fuzzy que modela a base de regras, fornecendo a saída a partir de cada entrada. A etapa de defuzzificação permite representar um conjunto nebuloso através de uma variável real.

Na atualidade, é crescente o interesse por profissionais e pesquisadores de diferentes áreas na aplicação da lógica fuzzy, devido a sua aproximação ao raciocínio mais próximo do humano, a variedade de operações e a potencialidade de diversas aplicações. Quando comparada com outras abordagens de modelagem é mais fácil de ser compreendida por profissionais de diversas áreas além das exatas, pois a possibilidade de trabalhar com variáveis linguísticas aproxima a linguagem do modelo com a linguagem natural utilizada pelos profissionais, os tornando mais seguros em utilizar seus conhecimentos, viabilizando a interdisciplinaridade nos trabalhos (ORTEGA, 2001; CUNHA, 2020).

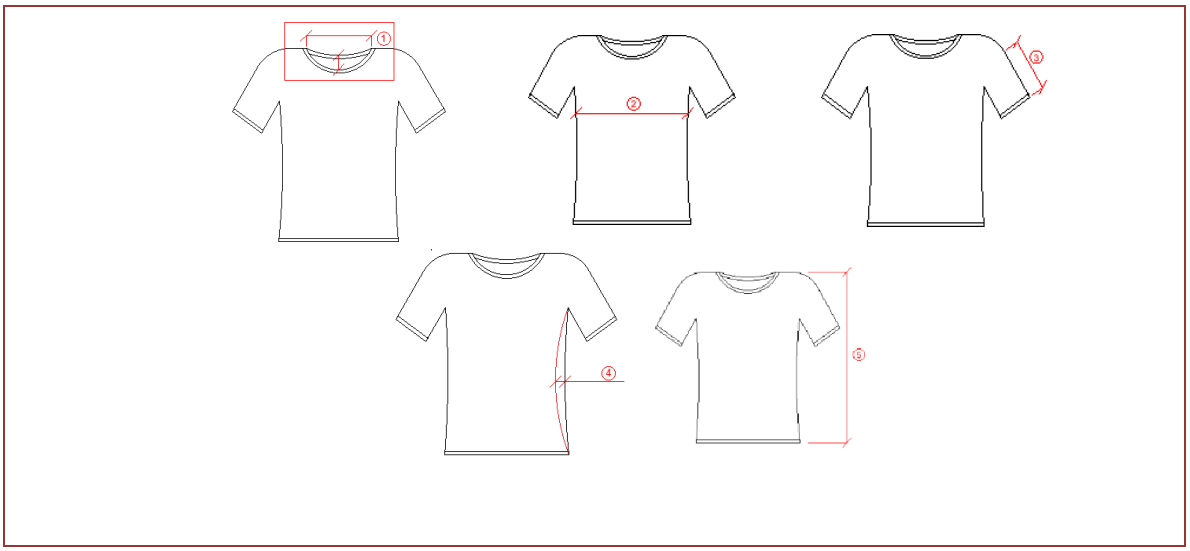
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atender aos objetivos da pesquisa, foi escolhida como peça de vestuário uma camiseta básica. A partir da escolha da peça, utilizou-se lógica fuzzy para selecionar a sua modelagem e quadro morfológico em conjunto com as DFX para filtragem das soluções, conforme detalhado nas próximas seções.

3.1. SELEÇÃO DA MODELAGEM POR LÓGICA FUZZY

Primeiramente, foi realizada a separação da camiseta em partes que serviram de parâmetros de entrada para a fuzzificação: decote, tórax, manga, cintura e comprimento. A separação foi baseada nos componentes que mais variam das amostras estudadas e em qualquer outra modelagem de camiseta, independente da marca "Figura 1".

Figura 1 - Separação da camiseta em parâmetros: (1) decote, (2) tórax, (3) manga, (4)cintura e (5) comprimento



Fonte: Autores.

Cada parâmetro foi classificado segundo três graus de pertinência, utilizados como controle para os valores das variáveis de entrada "Tabela 1". As classificações "justa" e "curta" remetem a menor pertinência, enquanto "larga", "comprida" e "longa" a maior pertinência, e a "média" representa valores intermediários.

Tabela 1 – Pertinência dos parâmetros

Parâmetros	Decote	Tórax	Manga	Cintura	Comprimento
Pertinência	Justa Média Larga	Justa Média Larga	Curta Média Comprida	Justa Média Larga	Justa Média Longa

Fonte: Autores.

Foram analisadas 29 amostras de camisetas e os cinco parâmetros foram pontuados para cada uma delas. As amostras foram classificadas segundo os 3 níveis de pertinência apresentados na "Tabela 1" ou entre eles. O número 1 remete a menor classificação e o número máximo à maior, e a pertinência média variou conforme o parâmetro. Assim, a pontuação poderia ser na pertinência mínima, média ou máxima, ou entre dois níveis.

Após a pontuação foi realizada a inferência, onde são estabelecidas as regras que correlacionam os níveis de cada variável de entrada com os níveis da variável de saída, possibilitando as tomadas de decisões. As regras foram elaboradas de acordo com a pertinência dos parâmetros de cada amostra

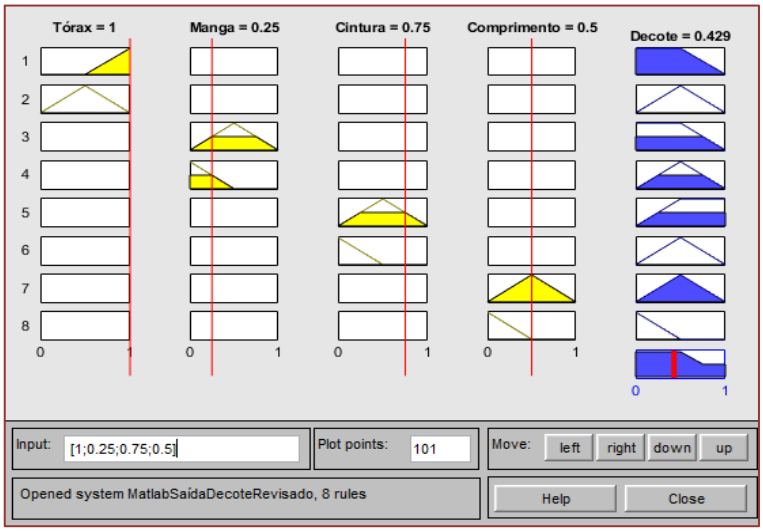
considerando apenas os valores discretos das pontuações das amostras, para viabilizar a utilização da lógica fuzzy.

As regras foram implementadas no software MATLAB®, na interface *Fuzzy Logic Toolbox* pelo modelo de Mamdani que utiliza o operador "ou", operador máximo e o operador "e", operador mínimo, juntamente com os parâmetros que foram relacionados entre si, sendo sempre 1 parâmetro na saída e os demais na entrada, com o intuito de obter sempre os valores das variáveis de saída. Foi utilizada uma função de pertinência triangular, pois os parâmetros de pertinências possuem intervalos de valores contínuos.

A última etapa é a defuzzificação, utilizando o método CoA, que calcula a posição do centróide da área e representa o valor aproximado do grau de pertinência ideal para o parâmetro de saída, para a seleção da modelagem de camiseta com maior chance de sucesso. Quantificou-se as pontuações nas pertinências das amostras de camisetas para encontrar a moda, ou seja, a maior frequência entre as pertinências dos parâmetros de entrada. Em seguida, posicionou-se os valores das variáveis de entrada na moda para gerar o resultado no parâmetro de saída.

As quatro primeiras colunas, apresentadas na "Figura 2", representam os quatros parâmetros de entrada; as retas em vermelho, os valores das variáveis de entrada, que foram posicionadas na moda, gerando assim a quinta coluna, na qual a posição da reta vermelha representa a pertinência ideal para o respectivo parâmetro.

Figura 2 – CoA posicionados nos 4 parâmetros de entradas, gerando o CoA do parâmetrode saída



Fonte: Autores.

3.2. SELEÇÃO DA PARTE A SER IMPRESSA POR MA VIA QUADRO MORFOLÓGICO E DFX

Definida a modelagem, é necessário selecionar a parte da camiseta que será impressa por manufatura aditiva. Para isso, foram seguidas as seguintes etapas:

- Separação da camiseta em componentes que representam os parâmetros do quadro morfológico: decote frente, decote costas, manga frente, manga costas, frente e costas.
- Explorar as soluções para cada componente da camiseta: a exploração de soluções irá criar um alto número de combinações possíveis para a camiseta, fazendo-se necessário filtrar as melhores soluções.
- Selecionar as DFX: neste trabalho foram escolhidas Design for Manufacturing (DFM), Design for Cost (DFC), Design for Minimum Risk (DFMR) e Design for Aesthetics (DFAest).
- Filtrar as soluções de acordo com o conjunto de DFX escolhido: para a filtragem, cada princípio de solução proposto no quadro morfológico foi classificado em facilmente otimizável, intermediário ou

não otimizável, representados pelas cores verde, amarela e vermelha, respectivamente. As soluções classificadas como não otimizáveis em pelo menos uma DFX, foram excluídas e as soluções facilmente otimizáveis foram combinadas entre si, reduzindo a quantidade de soluções, viabilizando a escolha de 3 a 6 combinações para o produto.

- Escolher no quadro morfológico filtrado de 3 a 6 possíveis soluções, que podem compor uma possível coleção.
- Se após a filtragem houver um número excessivo ou reduzido de soluções, a separação das partes da camiseta e as possíveis soluções devem ser refeitas, e a seleção das DFX pode ser reavaliada.
- Entre as características do produto que foram utilizadas para filtrar as soluções de acordo com o conjunto de DFX escolhido se encontram:
- Possibilidade de ser impresso pelo processo FDM, em impressoras de baixo custo existentes no mercado até o momento presente;
- Facilidade de montagem entre os retalhos das estruturas têxteis, sendo que a área de impressão possui tamanho limitado de volume de impressão de 270x270x320 mm, assim é necessário a montagem entre essas, para formar uma estrutura maior;
- Possibilidade de utilização, de forma que não alcance partes sensíveis do corpo;
- Aspecto estético agradável e harmonioso;

4. RESULTADOS

Cada amostra de camiseta obteve sua pontuação conforme sua pertinência conforme mostra a “Tabela 2”.

Tabela 2 – Pontuação dos níveis de pertinência de todas as 29 amostras

Amostra	Decote	Tórax	Manga	Cintura	Comprimento
1	3 (justa-média)	6 (larga)	3 (média)	4 (larga)	6 (média-longa)
2	4 (justa-média)	4 (média)	3 (média)	2 (média)	5 (média)
3	4 (justa-média)	5 (média-larga)	4 (comprida)	4 (larga)	4 (curta-média)
4	6 (média-larga)	2 (justa-média)	2 (curta-média)	2 (média)	5 (média)
5	4 (justa-média)	5 (média-larga)	3 (média)	4 (larga)	6 (média-longa)
6	6 (média-larga)	5 (justa-média)	1 (curta)	3 (média-larga)	2 (curta-média)
7	4 (justa-média)	6 (larga)	3 (média)	4 (larga)	2 (curta-média)
8	1 (justa)	6 (larga)	2 (curta-média)	3 (média-larga)	1 (curta)
9	7 (larga)	5 (média-larga)	2 (curta-média)	2 (média)	2 (curta-média)
10	4 (justa-média)	3 (justa-média)	3 (média)	2 (média)	2 (curta-média)
11	4 (justa-média)	5 (média-larga)	3 (média)	3 (média-larga)	6 (média-longa)
12	4 (justa-média)	6 (larga)	3 (média)	4 (larga)	3 (curta-média)
13	3 (justa-média)	1 (justa)	2 (curta-média)	1 (justa)	5 (média)
14	2 (justa-média)	3 (justa-média)	1 (curta)	3 (média-larga)	2 (curta-média)
15	5 (média)	2 (justa-média)	2 (curta-média)	1 (justa)	5 (média)
16	6 (média-larga)	3 (justa-média)	2 (curta-média)	3 (média-larga)	5 (média)
17	5 (média)	4 (média)	1 (curta)	3 (média-larga)	5 (média)

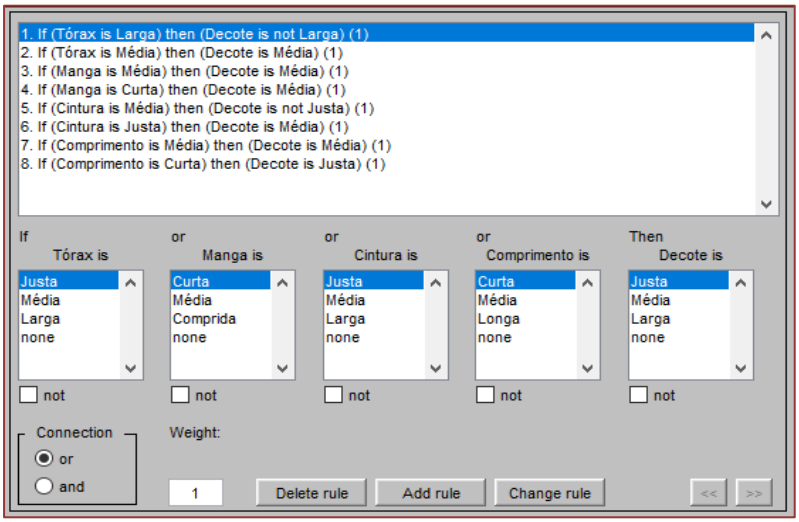
Tabela 2 – Pontuação dos níveis de pertinência de todas as 29 amostras (continuação)

Amostra	Decote	Tórax	Manga	Cintura	Comprimento
18	3 (justa-média)	2 (justa-média)	2 (curta-média)	3 (média-larga)	5 (média)
19	2 (justa-média)	4 (média)	4 (comprida)	4 (larga)	7 (longa)
20	3 (justa-média)	6 (larga)	4 (comprida)	4 (larga)	7 (longa)
21	5 (média)	6 (larga)	3 (média)	3 (média-larga)	2 (curta-média)
22	3 (justa-média)	4 (média)	2 (curta-média)	4 (larga)	5 (média)
23	4 (justa-média)	2 (justa-média)	2 (curta-média)	4 (larga)	5 (média)
24	3 (justa-média)	4 (média)	2 (curta-média)	3 (média-larga)	5 (média)
25	6 (média-larga)	4 (média)	2 (curta-média)	3 (média-larga)	5 (média)
26	3 (justa-média)	6 (larga)	3 (média)	4 (larga)	3 (curta-média)
27	5 (média)	4 (média)	2 (curta-média)	3 (média-larga)	5 (média)
28	3 (justa-média)	6 (larga)	3 (média)	4 (larga)	2 (curta-média)
29	3 (justa-média)	5 (média-larga)	3 (média)	4 (larga)	4 (curta-média)

Fonte: Autores.

Foram considerados apenas as amostras que apresentaram valores discretos em ambas, gerando as seguintes regras ilustradas na “Figura 3” para quando a saída for o parâmetro decote. As demais regras seguiram o mesmo padrão, obtendo a moda para cada parâmetro. O decote obteve a moda no grau de pertinência justa-média com 9 amostras, o tórax na pertinência larga com 8 amostras, a manga na pertinência curta-média com 12 amostras, a cintura na pertinência larga com 12 amostras e o comprimento na pertinência média com 12 amostras. Assim, posicionados os valores das variáveis de entrada na moda dos 4 parâmetros, obtêm-se os centroides nos parâmetros de saída, para a definição da modelagem da camiseta.

Figura 3 – Regras para o parâmetro de saída decote



Fonte: Autores.

Assim, a modelagem ideal é composta pelas pertinências: decote justa-média (CoA0,38), tórax média (CoA 0,5), manga média (CoA 0,5), cintura média (CoA 0,548) e comprimento média (CoA 0,535). Nota-se que a pertinência predominante é a média, com exceção no parâmetro decote no qual o resultado é um valor contínuo, mas que ainda é parcialmente médio.

Definida a modelagem, a camiseta foi decomposta em seis partes de forma a alcançar as maiores possibilidades de partes a serem impressas para construir o quadro morfológico. As possíveis soluções foram destrinchadas no quadro e as DFX de cada solução pontuadas conforme a "Tabela 3".

Tabela 3 – Possíveis soluções a serem filtradas

COMPONENTES	SOLUÇÕES DISPONIVEIS																			
DECOTE FRENTE	NENHUM				INTEIRA				RECORTE											
	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est								
DECOTE COSTAS	NENHUM				INTEIRA				RECORTE											
	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est								
MANGA FRENTE	NENHUM				INTEIRA				RECORTE				BARRA				LISTRADO			
	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est
MANGA COSTAS	NENHUM				INTEIRA				RECORTE				BARRA				LISTRADO			
	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est
FRENTE	NENHUM				INTEIRA				RECORTE				BARRA				LISTRADO			
	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est
COSTAS	NENHUM				INTEIRA				RECORTE				BARRA				LISTRADO			
	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est	DFM	DFC	DFMR	DFA est

Fonte: Autores.

Presumindo valores para quando uma solução contém uma DFX pontuada como intermediária e as demais facilmente otimizáveis, a probabilidade de sucesso é de 86%. Para uma solução que contém duas DFX pontuadas como intermediária, a probabilidade é de 72% e para que contém três DFX pontuadas como intermediária, a probabilidade é de 63%.

Ao combinar as possíveis soluções no quadro morfológico antes de serem filtradas por DFX, é possível obter 5.625 soluções. Se o requisito do projeto for restringir as possibilidades de combinação em alguns dos parâmetros como "o decote não poderia ser impresso inteiro na frente e inteiro nas costas ao mesmo tempo", as possíveis soluções reduziram para 1.875. Após filtradas pelas DFX, as soluções não otimizáveis foram excluídas, gerando 2.025 soluções e se houver a restrição no decote, as soluções são reduzidas a 675. A última etapa é combinar apenas as soluções facilmente otimizáveis, porém os componentes "decote frente", "decote costas", "frente" e "costas", não apresentaram essas soluções; desta forma, estes parâmetros foram combinados utilizando soluções intermediárias, gerando 64 soluções e, se houver a restrição no decote, as soluções são reduzidas a 32.

5. CONCLUSÃO

Observou-se uma crescente tendência do uso da MA na moda e na indústria têxtil, abrindo novas oportunidades na criação, design e processos de produção. A tecnologia também contribui na personalização de produtos, no desenvolvimento desses fora da linha de produção pela e inclusão do consumidor no processamento processo de desenvolvimento de produtos. A aplicação da lógica fuzzy para a geração de concepções na fase criativa do desenvolvimento de um produto é uma forma de mensurar e tratar dados subjetivos, e funcionou como uma pré-filtragem, reduzindo o número de

amostras para que os dados pudessem ser inseridos no quadro morfológico. O quadro morfológico, por sua vez, permitiu a visualização e inclusão de todas as possíveis soluções para as partes impressas de uma camiseta. Assim, a geração de concepções pelo quadro morfológico sistematiza e esgota as soluções para análise de que parte poderia ser impressa, estimulando a criatividade, criando soluções e combinações antes não pensadas. A filtragem por DFX permite viabilizar as soluções conforme os parâmetros do mercado e do projeto, dando ênfase às soluções não otimizáveis e possibilitando encontrar as facilmente otimizáveis.

REFERÊNCIAS

[1] BACK, N. et al. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri: Manole, 2008.

[2] BRALLA, J. G. Design For Excellence. McGraw-Hill, Inc. 1996.

[3] CUNHA, D. Proposta de sistema de apoio a decisão para gestão de impactos do geoturismo em geoparques ou áreas candidatas utilizando a lógica fuzzy. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Escola de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Sorocaba, 2020.

[4] DEDINI, F. Sistemática e metodologia de projeto (Notas de aula IM136 - Curso de Pós- graduação em Engenharia Mecânica). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2018.

[5] GIORDANO, C.; ZANCUL, E.; RODRIGUES, V. Análise dos custos da produção por manufatura aditiva em comparação a métodos convencionais. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v. 16, n. 2, p. 499-523, jun. 2016.

[6] GOMES, J. Moda e Impressão 3D: Estado da arte, tecnologia, materiais e inovação. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

[7] MINUZZI, R.; KUHN, R. Panorama da impressão 3D no design de moda. Moda Documenta: Museu, Memória e Design, Ano II - Nº 1, maio de 2015.

[8] MORETTI, I. Sistema de medição de desempenho para o processo de desenvolvimento do produto do vestuário de moda. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

[9] OMAR, A. Application of fuzzy logic in qualitative performance measurement of supply chain management. 2016. Dissertation (Master of Science in Computer Systems) - Jomo Kenyatta University, Kenya, 2016.

[10] ORTEGA, N. Aplicação da Teoria de Conjuntos Fuzzy a problemas da Biomedicina. 2001. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

[11] PAHL, G. et al. Projeto na Engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. São Paulo: Edgar Blücher, 2005.

[12] PRAKASH, K.; NANCHARAIH, T.; RAO, V. Additive manufacturing techniques in manufacturing-an overview. Materials Today: Proceedings, v. 5, n. 2, p. 3873-3882, 2018.

[13] ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.;

[14] ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006. 542p.

[15] SHAO, X. Integrated product and channel decision in mass customization. IEEE Transactions on Engineering Management, 2012, Vol. 60, n. 1, pp. 30-45.

[16] ZWICKY, Fritz. Discovery, invention, research: through the morphological approach. Toronto: Macmillan, 1969. 276p.

Capítulo 3

Produção de habitação em madeira no sistema construtivo pilar-viga

Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá
Reginal Ferreira da Costa Filho

Resumo: Construir em madeira com componentes racionalizados é uma alternativa para atender demandas do setor edificações, especialmente quanto ao uso de materiais ambientalmente amigáveis e baixa energia de biomassa de madeira para usos finais da construção civil. Além disso, sistemas construtivos em madeira têm vantagens como curto período de construção e baixa produção de resíduos sólidos. Esses aspectos e a oportunidade de incentivar a utilização da madeira como sistema de construção favorecem estudos e pesquisas sobre esses sistemas na esfera acadêmica e na formação de profissionais comprometidos com o desenvolvimento sustentável, a qualidade e o desempenho de construções em madeira. Busca-se, com este trabalho, mostrar o sistema construtivo pilar-viga em madeira e uma aplicação. Literatura e um aprofundamento em estudos taxonômicos sobre o sistema construtivo em madeira e o material -usos, vantagens, desvantagens- apoiaram o desenvolvimento de um processo de projeto racionalizado para uma habitação em estrutura de madeira tipo pilar-viga e vedação de madeira com painéis horizontais macho-fêmea. A moradia construída resultou de um processo que associou construtibilidade, multiplos desempenhos e segurança.

Palavras-chave: Habitações em madeira; sistema construtivo; sistema pilar-viga; casas pré-fabricadas; arquitetura em madeira.

1. INTRODUÇÃO

A madeira, recurso natural renovável, é matéria que pode ser utilizada como combustível, alimento ou para fins de abrigo para os seres humanos. Distintamente de outros materiais cuja obtenção da matéria-prima requer processos industriais altamente poluidores, um diferencial da madeira em relação a outros materiais está na possibilidade de sua produção sustentada nas florestas nativas e plantadas e em técnicas silviculturais atuais para obtenção e adequação da matéria-prima para o uso final desejado (ZENID, 2015). RAMAGE et al. (2017) argumentam que

> A madeira pode ter benefícios econômicos para a construção, uma vez que a madeira moderna é em grande parte preparada para fábrica e trazida para o local para a montagem rápida. [...] Madeira de construção e produtos florestais de engenharia são alguns dos produtos de maior valor das árvores. Isto sugere que a utilização estrutural é importante para as economias que dependem da silvicultura. [...] Além disso, após a utilização primária como estrutura, há muitos usos secundários ou terciários para resíduos de construção de madeira que mantêm o seu valor.

Enquanto material utilizável na produção de edificações, a incorporação consciente da madeira é uma forma de reduzir a geração de resíduos de materiais de construção poluidores impactantes do meio ambiente.

Passo importante para a produção de edificações em madeira, em termos de construtibilidade, habitabilidade e durabilidade, é observar os principais aspectos para atender requisitos dos usuários, condições de exposição e critérios de desempenho em projetos, materiais, execução, manutenção (TORRES, 2010; SILVA; GUIMARÃES, 2006; NUMAZAWA, 2009; RODRIGUEZ; HEINECK, 2003; NOVAES, 1997). No caso de projetos com predominância de uso da madeira em múltiplos subsistemas da edificação, a ABNT NBR 7190:1997 - Projeto de estruturas de madeiras é um documento de referência em combinação com a ABNT NBR 15575:2013 - Edificações habitacionais - Desempenho.

Nesse contexto, a construtibilidade no desenvolvimento de projetos para o uso da madeira deve ser incentivada na formação profissional. Meirelles (2007) alerta que edificações realizadas com técnicas construtivas inadequadas, e sem avaliações do material para aplicação no ambiente construído, têm feito com que construções em madeira se tornem sinônimas de sub-habitação ou de pouca durabilidade. Isso requer que no processo de projeto de uma edificação em madeira seja compreendida a funcionalidade de cada parte constituinte e o inter-relacionamento das partes com o todo, numa abordagem sistêmica, visando a durabilidade, desempenhos, aspectos de segurança e o conforto ambiental na edificação.

Considerando-se um mercado potencial e a sustentabilidade relativos à incorporação da madeira como material permanente numa edificação, este trabalho refere-se à produção de uma habitação em madeira empregando estrutura tipo pilar-viga e vedações verticais em pranchas tipo macho-fêmea. O processo de elaboração dos projetos para a produção e o uso desse sistema construtivo, particularmente quanto aos subsistemas de estrutura e de vedações verticais, consubstanciaram-se mediante aprofundamentos taxonômicos sobre a edificação.

2. CONSTRUÇÕES EM MADEIRA

Historicamente, o desenvolvimento do uso da madeira como estrutura está voltado para a construção de moradias, pontes, máquinas, barcos etc. Do ponto de vista construtivo e de sustentabilidade, Zenid (2015) salienta que

> A madeira possui diversas propriedades que a tornam muito atraente frente a outros materiais. Dentre essas, são comumente citados o baixo consumo de energia para seu processamento, a alta resistência específica, as boas características de isolamento térmico e elétrico, além de ser um material muito fácil de ser trabalhado manualmente ou por máquinas.

Demarzo e Porto (2007, p.3) fizeram análises do ciclo de vida na fabricação de peças produzidas com madeira, aço e concreto. Tomaram as quantidades envolvidas no processamento da madeira como base de referência das variáveis consumo de energia (x1), emissão de CO2 (x2), poluição do ar (x3), geração de resíduos sólidos (x4) e impacto ambiental (x5) e apresentaram como correspondentes dessas

variáveis, respectivamente, as quantidades 2,40.x1, 1,45.x2, 1,42.x3, 1,36.x4 e 1,16.x5 para o aço e 1,70.x1, 1,81.x2, 1,67.x3, 1,96.x4 e 1,97.x5 para o concreto. Isso indica que o projeto e o uso conscientes de sistemas construtivos em madeira é um fator favorável ao meio ambiente.

Quanto à construção de moradias no Brasil, Vivan, Paliari e Novaes (2010) consideram que a indústria da Construção Civil precisa inserir no processo de fabricação uma produção em larga escala que vá ao encontro dos objetivos da produção seriada e das necessidades do subsetor edificações no Brasil. Augustin (2008) ressalta que construir habitações tendo a madeira como principal material de construção é uma alternativa, pelos atributos que a madeira possui como elevada resistência, fácil manuseio para fabricação de componentes e estética agradável.

Entretanto, Zenid (2015) alerta que

> [...] o desconhecimento das propriedades da madeira por muitos de seus usuários e a insistência em métodos de construção antiquados são as maiores causas de desempenho insatisfatório da madeira frente a outros materiais. Essa situação, aliada à tradição herdada dos colonizadores espanhóis e portugueses geraram, na América Latina, um preconceito generalizado em relação ao uso mais intensivo da madeira na construção civil de edificações.

Ou seja, a base para garantir os níveis de desempenho de uma habitação em madeira está em saber compatibilizar o conhecimento das propriedades físicas, mecânicas e biológicas desse material com os níveis requeridos do uso pretendido e dos usos potenciais.

Quanto ao desenvolvimento do projeto do subsistema estrutura de madeira, a ABNT NBR 7190:1997 menciona que é preciso assegurar uma durabilidade mínima compatível com sua finalidade e com o investimento a ser realizado, pois os componentes de uma construção de madeira podem estar expostos a diferentes classes de risco de biodeterioração em função dos organismos xilófagos presentes no local e das condições ambientais que possam favorecê-los a atacar a madeira. Nesse sentido, observar classes de resistência da madeira elimina a necessidade da especificação da espécie e colabora para o uso adequado das madeiras como material de construção (IPT, 2009). Para execução de um sistema construtivo em madeira com constituintes de vedação tipo encaixe macho-fêmea isso é importante pelo fato de os componentes necessários exercerem diferentes esforços e estarem submetidos às diferentes condições de exposição que devem ser analisadas. Ou seja, cada edificação deve ser compreendida e concebida de forma global, pois o sistema é formado por um conjunto de peças e ou elementos (por exemplo: pilares/montantes; vigas; paredes; terças e cumeeiras; caibros; ripas; forro; esquadrias; corrimão; rodapé; roda-forro; filete; ½ tábua; assoalho) que devem garantir as condições estáticas, de conforto e de segurança (MANDOLESI, 1981) e estar integradas entre si (CHING, 2010).

2.1. SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA

Um sistema construtivo compreende os métodos e procedimentos necessários à execução da estrutura e dos fechamentos de uma edificação. No caso de uma habitação em madeira, este material predomina como componente estrutural e como vedação (KOKUBUN, 2018). Este autor reforça que "A implementação de sistemas construtivos pré-fabricados em madeira pressupõe uma mudança de paradigma, passando da construção para a montagem".

RAMAGE et al. (2017) salientam que

> A madeira estrutural é mais comumente utilizada dentro de um envelope de edifício seco, mas pode ficar exposta a excesso de umidade no local durante a fase de construção. Para assegurar o equilíbrio do teor de umidade em relação ao ambiente de serviço previsto, a madeira estrutural é seca até atingir um teor de umidade compreendido entre 12% e 20% (p.343). [...] Um elemento crítico do projeto da maioria das estruturas de madeira é o projeto das conexões entre peças estruturais. A dimensão da peça necessária para acomodar a conexão pode definir a dimensão do elemento estrutural como um todo, uma vez que as distâncias laterais de conectores são definidas para evitar cisalhamento. Estes requisitos têm o potencial de adicionar material a uma estrutura simplesmente para acomodar conexões. A eficiência de uma

> conexão é definida como a relação entre a resistência da conexão e a carga da peça que ela conecta (p.350).

Os sistemas construtivos em madeira, de modo geral seguem uma classificação básica que divide as técnicas construtivas em madeira em tradicionais e contemporâneas.

Relativamente às técnicas tradicionais, os sistemas baseados no empilhamento de peças de madeira maciça, roliça ou serrada, predominaram inicialmente no norte da Europa, em regiões com grande abundância de madeira e frio intenso. A partir desse sistema construtivo surgiu a técnica lafte com encaixes para os encontros de paredes, exatamente nos pontos mais vulneráveis desse tipo de construção. Bittencourt (1995, p. 94-97) menciona que estes encaixes diminuíram os problemas de vedação, mas não eliminaram questões decorrentes das variações dimensionais das seções das peças de madeira. Já as construções com entramado estrutural (enxaimel) surgiram da necessidade de se otimizar o uso dos recursos florestais em regiões com menor disponibilidade de madeira, sendo sua principal característica a fixação dos pilares diretamente no solo; este sistema construtivo é considerado o precursor das técnicas construtivas contemporâneas em madeira.

Quanto às técnicas contemporâneas, destacam-se estruturalmente (Figura 1) os sistemas pilar-viga, os entramados modernos (balloon; platform) e as construções em painéis industrializados de madeira.

Figura 1 – Exemplos de edificações contemporâneas estruturadas em madeira

Edificação com sistema pilar-viga e vedações Estrutura típica de entramados em alvenaria do IBAMA/DF (MELLO, 2004) modernos (HOMETIPS, 2021)

No Brasil, o desenvolvimento das técnicas construtivas em madeira tem seu ponto de partida na arquitetura indígena, com práticas milenares utilizando estruturas leves de madeira com cobertura de palha (espécie de gaiola de madeira), em composições muitas vezes arrojadas e que permitiam a construção de grandes ocas para o abrigo de várias famílias.

A denominação 'gaiola de madeira' também pode ser considerada como uma regionalização do sistema enxaimel, pois parte do princípio de uma estrutura de madeira travada em várias direções (engradamento), podendo ter suas vedações em alvenaria, pedra, adobe ou qualquer outro material disponível. O aperfeiçoamento e a simplificação deste sistema construtivo resultaram no sistema pilar-viga, que é intensamente empregado nas edificações estruturadas em madeira no Brasil. Em termos gerais, os sistemas construtivos em madeira existentes no Brasil estão relacionados às casas de madeira, de acordo com a classificação supramencionada, em geral sendo encontrados os sistemas em pilar-viga e de painéis.

3. METODOLOGIA

Para fins de compreensão e uma aplicação, o trabalho resulta de pesquisa que analisou conhecimentos científicos e informações tecnológicas sobre os elementos e componentes em madeira de um sistema construtivo pilar-viga, com paredes de vedação tipo macho-fêmea.

Em termos de documentação, foram analisadas produções acadêmicas (teses, dissertações e artigos) e trabalhos e normas de natureza técnica para embasar e articular os conhecimentos na construção de um procedimento taxonômico sobre edificações em madeira, assim como aprofundamento da compreensão das conexões no processo de montagem e possibilitar tomadas de decisões para o processo construtivo pré-fabricado.

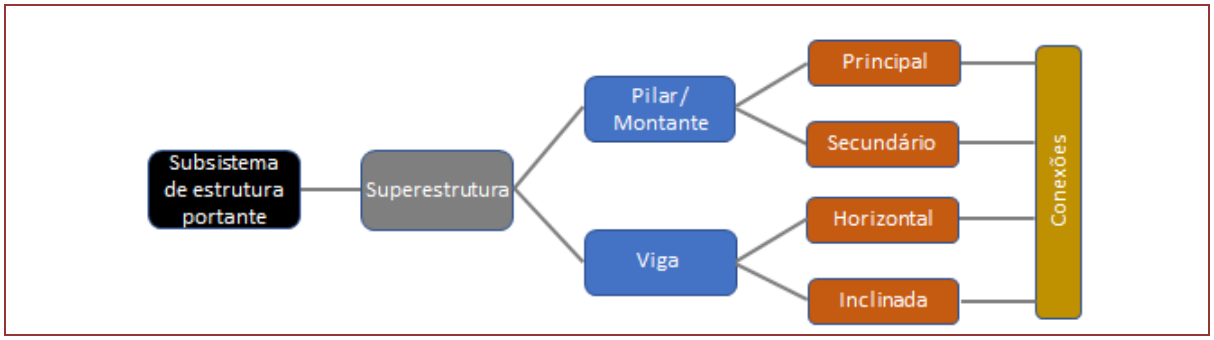
Outro procedimento consistiu na elaboração do projeto de uma habitação em madeira com subsistema de estrutura portante tipo pilar-viga e subsistema de vedação vertical tipo macho-fêmea, com aplicação num caso real.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação e o entendimento do sistema construtivo de uma habitação em madeira abrangeram as partes funcionais constituintes da estrutura tipo pilar-viga e da vedação vertical em pranchas de parede com encaixe macho-fêmea, para os fins de integração, construtibilidade e garantia das condições de segurança do conjunto edificado.

Como aplicação, apresenta-se a montagem do subsistema estrutural (Figura 2), que utilizou ripas para aprumar os pilares e montantes (Figura 3), o contraventamento das peças e recebimento dos elementos de vedação.

Figura 2 – Taxonomia simplificada do subsistema de estrutura portante



Fonte: Autoria própria

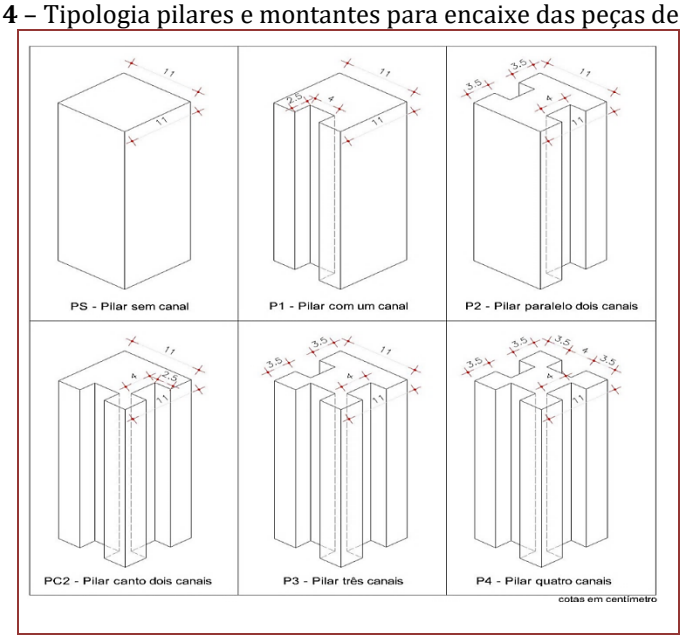
Figura 3 – Subsistema de estrutura portante: pilares e vigas horizontais

Fonte: Autoria própria

Quanto aos pilares (Figura 4), há uma variação na sua tipologia em face do encaixe das paredes nos canais, sendo estes assim diferenciados: um canal (P1), de canto (PC2), paralelo (PP2), três canais (P3) e quatro canais (P4).

No sistema pilar-viga, pilares/montantes suportam as cargas do telhado e recebem as peças do subsistema de vedação vertical, por meio de rasgos nas suas faces e, assim, transmitem as cargas da superestrutura em madeira para a infraestrutura. Vigas horizontais e inclinadas têm a função de receber cargas das partes que compõem as vedações verticais e a cobertura e transmiti-las aos pilares.

Figura 4 – Tipologia pilares e montantes para encaixe das peças de vedação

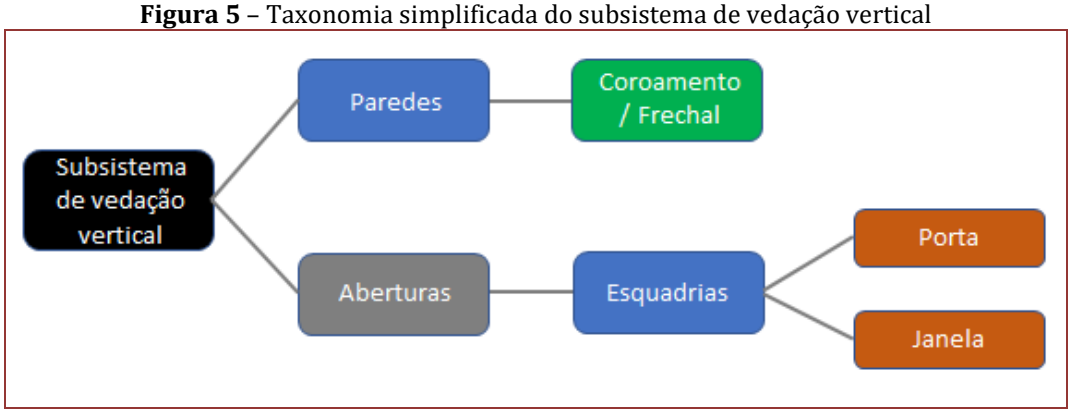


Fonte: Autoria própria

Executada a estrutura portante, a ligação entre os pilares e os elementos de vedação vertical foi feita sem utilizar conectores, mediante encaixe, o que pode facilitar intervenções e permitir maior durabilidade aos componentes. Com isso, o sistema construtivo possibilita a desmontagem do madeiramento, pode facilitar sua desmontagem e ser levado para outro ambiente e permitir seu aproveitamento conforme os princípios da sustentabilidade.

O subsistema de vedação vertical (Figura 5) constitui as fachadas e as divisões verticais como paredes, batentes de esquadrias, portas e janelas.

Figura 5 – Taxonomia simplificada do subsistema de vedação vertical



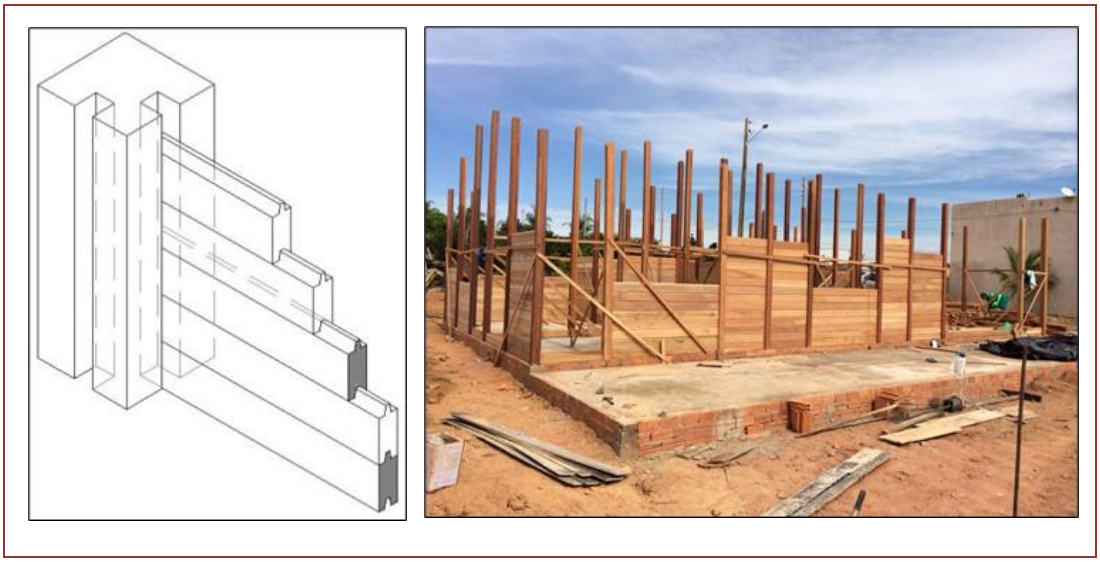
Fonte: Autoria própria

As pranchas de paredes do subsistema de vedação vertical (Figura 6) são conectadas por encaixe, dispensando o uso de cola ou pregos para sua fixação. A finalidade das paredes de vedação não é estrutural, mas de contraventamento dos pilares (Figura 7), além de receber as aberturas para instalação dos batentes de esquadrias para portas e janelas. Nesse sistema construtivo, utilizam-se madeiras maciças como componentes de vedação.

Figura 6 – Peças de vedação com encaixe macho e fêmea

Fonte: Autoria própria

Figura 7 – Ligação e contraventamento dos pilares por meio das peças de vedação



Fonte: Autoria própria

Para a execução das aberturas portas e janelas, os batentes possuem rasgos para o encaixe das pranchas de parede (Figuras 8 e 9), o que permite o travamento em todas as suas extremidades.

A Figura 10 mostra uma fachada do resultado final da construção de uma habitação em madeira, executada ao se levar em consideração o menor tempo para fabricá-la, a modulação arquitetônica e a minimização do desperdício do material. Devido ao processo de planejamento, à pré-fabricação e a definição do local de instalação em projeto, as peças chegaram padronizadas na obra para compor o sistema construtivo e montar a habitação.

Figura 8 – Batentes de esquadrias com rasgos para encaixe das peças de paredes

Fonte: Autoria própria

Figura 9 – Batentes de esquadrias encaixados nas peças de vedação

Fonte: Autoria própria

Figura 10 – Habitação de madeira concluída, em sistema construtivo pilar-viga

Fonte: Autoria própria

5. CONCLUSÃO

O estudo taxonômico permitiu aprofundar a identificação das partes constituintes de um sistema edificação e uma análise funcional para definição dos níveis de desempenho de cada parte e globalmente.

A análise ampliou o leque temático de interpretações das partes do sistema construtivo, frente ao todo (a edificação), elevou a qualidade do projeto e do planejamento e as decorrentes ações do construir sob o olhar prático de sistemas nas sucessivas etapas dos processos de projeto e construção.

Em específico, a aplicação num sistema edificação, todo em madeira acima do solo, contribuiu para consolidar o domínio do conhecimento e da produção do sistema construtivo e induziu melhorias na mão de obra e no controle de qualidade da habitação.

Ressalta-se que a durabilidade dos componentes do sistema construtivo pilar-viga com pranchas de paredes, encaixe macho-fêmea, junto com as ligações dos subsistemas estrutural e vedação vertical da habitação em madeira maciça está atrelado com a escolha das espécies de madeira dicotiledôneas apropriadas às condições de exposição aos agentes ambientais locais e também está diretamente associada com o padrão de fabricação e a acoplabilidade das partes constituintes dos subsistemas da estrutura portante e de vedação vertical.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pela concessão de apoio para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7190: Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1997.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

[3] AUGUSTIN, M. (Org.). Timber structures – Handbook 1 of educational materials for designing and testing of timber structures: TEMTIS. Leonardo da Vinci Pilot Project. Ostrava, Czech Republic, 2008.

[4] BITTENCOURT, R.M. Concepção arquitetônica da habitação em madeira. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

[5] CHING, D.K. Técnicas de construção ilustradas. 4ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2010.

[6] DEMARZO, M.A.; PORTO, A.L.G. Indicadores de sustentabilidade (LCA) e análise do ciclo de vida para madeira de reflorestamento na Construção Civil. Revista Madeira Arquitetura & Engenharia, n.21, ano 8, Julho-Dezembro, 2021.

[7] HOMETIPS. House framing diagrams & methods. Disponível em: https://newtheme.hometips.com/diy-how-to/house-framing.html#platform-construction. Acesso em: maio 2021.

[8] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente, Sinduscon SP. Madeira: Uso sustentável na Construção Civil. 2ª Ed. São Paulo, 2009.

[9] KOKUBUN, Y.E. Sistemas construtivos pré-fabricados em madeira. Revista da Madeira, n.156, ano 27, 2018.

[10] MANDOLESI, E. Edificación. Barcelona: CEAC, 1981.

[11] MEIRELLES, C. et al. Considerações sobre o uso da madeira do Brasil em construções habitacionais. III Fórum de Pesquisa FAU, Mackenzie, 2007.

[12] MELLO, R.L. de. Projetar em madeira: uma nova abordagem. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

[13] NOVAES, C.C. Um enfoque diferenciado para o projeto de edificações: Projetos para produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17., 1997, São Carlos. Anais... Gramado (RS): ENEGEP, 1997. p. 355-366.

[14] NUMAZAWA, C.T.D. Arquitetura japonesa no Pará: estudo de caso em edificações com técnica construtiva que favoreceu uma maior durabilidade da arquitetura em madeira no município de Tomé-Açu. 99f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). UFSC, Florianópolis (SC), 2009.

[15] RAMAGE, M.H. et al. The wood from the trees: The use of timber in construction. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 68 (2017) 333–359.

[16] RODRIGUEZ, M.A.A.; HEINECK, L.F.M. Construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos (SP). Anais... São Carlos: SIBRAGEQ, 2003. p. 355-366.

[17] SILVA, C.E.S. da; GUIMARÃES, S.M. A importância da construtibilidade na gestão de projetos de construção civil. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, Bauru (SP), 2006. Anais ... Bauru, SIMPEP, 2006.

[18] TORRES, J.T.C. Sistemas construtivos modernos em madeira. 166 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.

[19] VIVAN, A.L.; PALIARI, J.C; NOVAES, C.C. Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 13, Gramado (RS). Anais ..., Gramado: ENTAC, 2010.

[20] ZENID, G.J. Madeira na construção civil. Disponível em: http://www.estruturas.ufpr.br/wp-content/uploads/2015/02/MADEIRA-NA-CONSTRU%C3%87%C3%83O-CIVI.pdf. Acesso em: maio 2021.

Capítulo 4

Tecnologia interativa para a captação de resíduos recicláveis[1]

João Caio Souza Nunes
Dario da Silva Glória
Ana Lucia Soares Machado
Micila Sumária Medeiros Pereira

Resumo: Este Artigo é referente ao projeto que propôs a criação de uma tecnologia interativa para a coleta de material reciclado (tampas plásticas), o mesmo aprimorou um coletor dinâmico de tampas que tinha como objetivo principal coletar tampas de uma maneira autônoma e de forma intuitiva e atraente aos usuários. A metodologia utilizada foi uma pesquisa aplicada, explicativa, com delineamento tecnológico e construção de um protótipo validado pelos usuários. Os resultados alcançados foram o desenvolvimento de um gabinete semelhante a um fliperama, com um mecanismo de seleção de tampas e com jogos eletrônicos para a interação com o usuário. Obtivemos bons resultados em relação ao mecanismo coletor. A interação de usuário máquina ocorreu de forma simples e intuitiva. Concluímos que este projeto pode ser de fundamental importância em escolas e em ambientes com grande fluxo de pessoas para a maior captação de Resíduos Recicláveis é uma ferramenta efetiva para a Educação Ambiental.

Palavras-chave: Gamificação de resíduos; Reciclagem; Educação Ambiental.

[1] Esse artigo foi reescrito, foi apresentado na XVIII SIMPEP – SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade são notórias as mudanças que a sociedade vem passando, tais como: o crescimento da população, as relações econômicas, as inovações tecnológicas, os valores sociais, entre outras mudanças que influenciam diretamente o meio ambiente. Os países em desenvolvimento, por exemplo, o Brasil tem enfrentado uma série de problemas ambientais com a falta de gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, ainda que tenha uma das melhores Políticas Nacionais de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) falta aplicabilidade da mesma, em Manaus AM, por exemplo, a reciclagem ainda não é uma prática da maioria dos cidadãos.

Entre os materiais recicláveis descartados, o plástico representa a maior variedade, é um dos materiais mais presentes no nosso dia-a-dia, são utilizados em diversos utensílios domésticos ou industriais. Seu emprego nos mais variados produtos se deve a fatores como custo, durabilidade, baixo consumo de energia e processamento. No Brasil, a norma técnica do plástico (NBR 13.230:2008) foi concebida de acordo com critérios internacionais. A numeração, que aparece entre as setas de reciclagem no lado inferior de um objeto de plástico indica o material dos seis diferentes tipos de plásticos (PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS) e ainda há uma sétima opção (outros materiais).

Em relação ao material coletado com este projeto, serão tampas plásticas, porque é um plástico nobre, pode ser 100% reciclado e transformado em outros objetos. E o descarte incorreto desses materiais podem ser muito nocivos para o meio ambiente e para a saúde humana, pois além de poluir o ambiente, no caso das tampas, servem como criadouro de mosquitos transmissores de doenças e ainda, à medida que se decompõem se tornam em microplásticos e pode contaminar as águas e entrar na cadeia alimentar.

O projeto, tem como objetivo a criação de uma tecnologia interativa e autônoma para a coleta de tampas, que se iniciou a partir do aprimoramento de um coletor de tampas dinâmico, semelhante a um fliperama em que a tampa plástica é a ficha que dá *start* em um jogo no RetroPie, este modelo foi o primeiro protótipo (baixo custo), que gerou o modelo que está sendo citado neste artigo. A ideia desse coletor foi resultado de projeto de extensão em 2019. E em 2020 foi submetido como projeto de iniciação científica para melhoramento do mesmo.

Figura 1: coletor foi resultado de projeto de extensão em 2019

Fonte: Autores, 2021

O projeto pode gerar benefícios à instituição de ensino, no sentido de estimular o descarte adequado dessas tampas plásticas que serão destinadas para gerar renda em associações de catadores e principalmente contribuir com a formação de um cidadão socioambiental (MACHADO, 2012). A contribuição para a comunidade acadêmica em relação ao ensino-aprendizagem dos alunos de engenharia de automação, é a construção de um arcabouço de dispositivos e sensores que detectam os resíduos depositados no coletor, vai ainda, desenvolver e aprofundar conhecimentos em automação.

As atividades, coleta de recicláveis e jogos, podem despertar uma formação em Educação Ambiental, podendo assim transformar um simples resíduo plástico em um material que possa gerar entretenimento e no fim seguir o devido processo do ciclo de reciclagem do mesmo. Conforme a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA, 1999) essa formação deve ocorrer de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal, onde um dos principais objetivos consiste em permitir que o ser humano compreenda a natureza complexa do ambiente e interaja com ele, esse processo faz parte da formação de um cidadão socioambiental (MACHADO, et al, 2018).

Ainda, esse projeto foi submetido como ideia em um edital de Economia Criativa promovido pela empresa Samsung e Anprotec Bath 5/ 2019, o qual foi aprovado e o aprimoramento desse coletor tem como ganho o diferencial inovador da automação e a possibilidade de alinhar conhecimentos tecnológicos às demandas da sustentabilidade recorrentes. Bem como, a nascente startup Ecossistemas, para gerir o novo negócio, comercialização da máquina, plataformas de jogos e anúncios.

A utilização de uma máquina eletrônica com uma tecnologia interativa, a qual estimula o descarte correto e simultaneamente gera diversão ao usuário, contribui com o despertar sobre o cuidado com as questões ambientais.

Portanto, o projeto propôs a criação de tecnologias interativas que contribua com a sustentabilidade, a partir do desenvolvimento da atratividade por meio da gamificação que segundo Vianna (2013, apud COSTA; TORRES, 2019) possui como princípio a adaptação de elementos dos jogos, para aplicação em outros contextos, como produtos e serviços, que não necessariamente são focados em jogos, mas com a intenção de promover a motivação e o comportamento do indivíduo.

2. INDÚSTRIA 4.0 E A SUSTENTABILIDADE

O desenvolvimento de novas tecnologias vem se conectando a mecanismos digitais, a internet das coisas e a sustentabilidade, uma vertente emergente para garantir condições de sobrevivência a atual e futuras gerações. E no campo da indústria a necessidade de estar acompanhando o desenvolvimento de novas tecnologias para se destacar no mercado. A partir dessas estratégias que o processo da indústria 4.0 vem ganhando destaque, fazendo com que a automação inteligente esteja cada vez mais presentes em setores da indústria e com isso os processos vão acontecendo de forma autônoma entre as máquinas que basicamente “conversam” entre si, gerando um aumento de produção de até 25% em relação a manufatura que não emprega os princípios da indústria 4.0 (CAVALCANTI, 2017).

Para o desenvolvimento deste projeto foi necessário um aprofundamento no conhecimento das tecnologias emergentes, tais como: design mecânico, automação inteligente e a integração de dispositivos, as quais estão descritas a seguir.

2.1. DESIGN MECÂNICO

No desenvolvimento de Projetos ou Design mecânicos, é utilizado ferramentas CAD como softwares da Autodesk, SolidWorks e etc para realizar a simulação de estresse ou flambagem de acordo com a pesquisa e entendimento do problema ou requisição do cliente, todo projeto desenvolvido tem como finalidade desenvolver um equipamento ou uma máquina confiável, que apresente os resultados esperados de acordo com as simulações feitas, seguindo fielmente os resultados esperados em função do material ou materiais escolhidos, durante a fase de projeto, possibilitando a fabricação ou manufatura das peças projetadas. (LEAKE, 2012)

A idealização do projeto consistiu em realizar um breve rascunho ou esboço semelhante ao equipamento final, para que uma noção mínima fosse gerada, sendo assim possível, a discussão da ergonomia do equipamento que está sendo projetado, verificando se ele possui todos os dados do

projeto, e se as características estão corretas, e após este processo, é dado início ao detalhamento 2D do projeto, pois através dele, que as demais peças são manufaturadas ou usinadas com acabamento específico solicitado no projeto.(©REVISTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2016).

2.2. AUTOMAÇÃO DO PROCESSO

No cenário atual de intensa concorrência econômica, as organizações enfrentam grandes dificuldades para continuarem ativas no mercado. Diante de tantos desafios buscam aplicar a automação em seus processos produtivos, principalmente pela sua comprovada contribuição para redução de despesas de produção, eficácia e respostas rápidas às solicitações do mercado. A economia globalizada traz consigo acesso a diferentes produtos, advindos dos mais diversos locais do mundo, neste sentido, o consumidor está cada vez mais exigente no que diz respeito à qualidade e agilidade do processo (VASCONCELLOS, 2012).

Automatizar o processo é essencial para a sobrevivência do produto dentro do mercado, pois um dos atrativos do consumidor final é o preço e se o produto durante o seu processo de fabricação não tiver baixo custo, dificilmente terá um baixo preço para o consumidor final, durante o processo de fabricação do coletor dinâmico de tampas preocupou-se na maior redução de custos do processo de fabricação, para que seu consumidor final não fosse tão atingido com alto preço.

2.3. AUTOMAÇÃO INTELIGENTE

Nos últimos anos a utilização de sistemas inteligentes em controle tem despertado grande interesse (MEDEIROS et al., 2001). A maioria dos sistemas de planejamento é independente do domínio de aplicação, o que implica que podem, a princípio, ser aplicados em qualquer domínio de aplicação. Há diversos domínios de planejamento, que podem variar desde o mundo de blocos (Hoffmann, 2001) até o controle inteligente da manufatura, passando por domínios como logística e escalonamento (Bacchus, 2000). Entretanto, poucos são os sistemas de planejamento aplicados em sistemas de manufatura e controle de processos industriais. Uma das grandes razões para tal fato é que os sistemas de planejamento independentes do domínio, embora tenham se desenvolvido muito nos últimos anos, ainda apresentam falhas que os impossibilitam de encontrar soluções para todos os problemas de um certo domínio de aplicação (Hoffmann, 2001).

A automação inteligente do processo de fabricação do coletor inteligente de tampas é caracterizada pelo comunicação e execução dos dispositivos eletrônicos, a comunicação ocorre através de uma placa de sinais a qual passa o status dos sensores para o controlador, Raspberry Pi, o controlador administra esse dados dos status e manda para a execução dos atuadores, ou seja, a partir do momento em que um objeto adentra na máquina, o controlador recebe a mudança de status dos sensores e decide se o objeto é um rejeito ou um resíduo dentro do escopo, caso seja rejeito o objeto é expelido da máquina, através de um mecanismo de saída, caso seja resíduo dentro do escopo, é contabilizado como pontuação.

2.4. INTEGRAÇÃO DE DISPOSITIVOS

O Raspberry Pi que foi considerado como o menor computador, anunciado em 2011 e idealizado pelo inglês Pete Lomas foi lançado em 29 de fevereiro de 2012, e é um computador de código aberto, portanto é uma tecnologia barata, sendo assim, de fácil acesso a todos. No Campus Party de 2013 Pete Lomas, fundador do Raspberry Pi destacou que só em 2012 foram vendidos mais de 750 mil dispositivos e que por conta de ser uma tecnologia de custo baixo e com diversas possibilidades de uso, ele vem caindo no gosto dos desenvolvedores. Não apenas por ser barato, o preço é apenas um dos atrativos oferecidos pela ferramenta, que tem uma versatilidade de acoplamento imensa, facilitando seu trabalho em conjunto a outras tecnologias, como por exemplo, Arduino, Google Android e também inúmeros tipos de sensores. Além do Raspberry Pi, temos o Android, que foi criado pela Google em parceria com a Open Handset Alliance é uma plataforma de código aberto para dispositivos móveis. Essa plataforma funciona como um sistema operacional como os já existentes Symbian e Windows Mobile, com a diferença de ser baseado em código aberto, o que torna possível qualquer desenvolvedor criar aplicativos para a plataforma Android. (FARIA, 2008).

A ideia de utilizar a Raspberry Pi para integrar com sistemas de sensoriamento faz parte do modelo

proposto pelo projeto, onde um dos objetivos é o baixo custo do produto final, os dispositivos utilizados apesar de seus baixos custos, são extremamentes funcionais e capazes de suprir todos as necessidades de processamento, como os recebimentos dos sinais dos sensores industriais e o processamento de imagens da câmera para a aplicação da visão computacional.

2.5. GAMIFICAÇÃO

De acordo com Mendonça (2016) a gamificação pode ser entendida como o uso de mecanismos e dinâmicas de jogos para engajar pessoas, resolver problemas e melhorar o aprendizado, motivando ações e comportamentos em ambientes fora do contexto de jogos. Um dos objetivos da gamificação é engajar, comprometer e recompensar os usuários. Na prática, isso significa oferecer recompensas aos participantes que realizam tarefas pré-estabelecidas, que, geralmente, são voltadas para a recomendação, a divulgação ou a avaliação dos produtos ou serviços da empresa.

Mas em relação a este projeto ainda não há nada parecido, aqui no Brasil, que se tenha conhecimento, a não ser alguns jogos virtuais sobre separação de resíduos. O projeto de gamificação de resíduos irá proporcionar a atratividade por seus produtos embutidos os quais são: plataforma de entretenimento e sistema de bonificação, ou seja, descontos em aquisição de produtos com empresas parceiras e o descarte correto das tampas plásticas. Foi previsto a implementação de princípios da gamificação aos sistemas da solução do coletor, com a finalidade de aumentar o envolvimento dos usuários finais, está dividido em dois submódulos, são:

Bônus: o submódulo permite aplicar estratégias de premiações em produtos ou serviços das lojas virtuais credenciadas, através do uso da máquina.

Games: o submódulo contempla a disponibilidade de jogos nos sistemas do projeto para entretenimento do usuário final por meio do acúmulo de pontos gerados na coleta de tampas plásticas do coletor interativo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

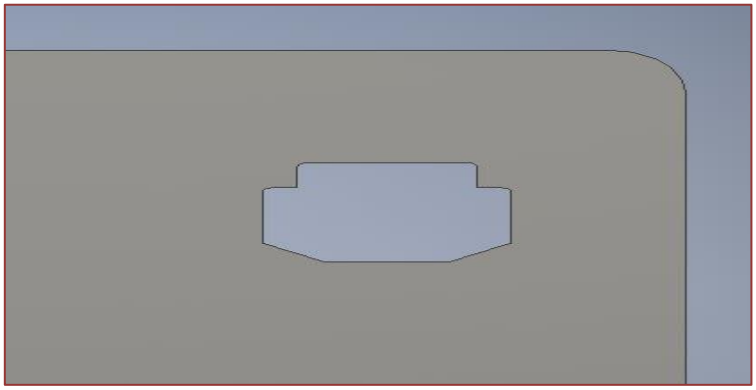
A metodologia utilizada quanto a natureza do objeto é uma pesquisa aplicada e explicativa, com delineamento tecnológico e a construção de um protótipo validado pelos usuários. Ainda, no desenvolvimento do projeto foi utilizado o framework de gerenciamento de projetos chamado SCRUM, o qual subdivide em sprints a etapas do processo de fabricação e armazena em um repositório todos os resultados finais das sprints. A etapas seguem descritas a seguir: Primeiramente, o escopo do Gabinete era ter uma aparência modelada com base em um Fliperama mais moderno, realmente fazendo alusão a uma máquina de jogos ao ponto de chamar a atenção do usuário, ter uma resistência mecânica para suportar a sua locomoção e impactos. Para suprir essas necessidades foi projetado um frame de madeira para servir de estrutura, semelhante a um esqueleto para o gabinete, e nesse frame foi inserido através de conexões parafusadas as chapas de fechamento da máquina, que variam entre aço, alumínio, e MDF, a comporta frontal é de aço, onde se encontra entrada dos materiais recicláveis e saída de rejeito, sendo que o material para entrada está limitado devido o formato físico do seu rasgo, e também está presente o mecanismo de coleta e seleção de tampas. Na parte superior, onde estão presentes os comandos do Gabinete, se encontra a chapa de alumínio, as demais chapas do Gabinete, são de MDF visando refletir a sua proposta sustentável. Depois do processo de montagem, a inserção dos componentes elétricos e eletrônicos, como o monitor, comandos, botões, etc. o gabinete foi adesivado para obter uma aparência mais atrativa ao usuário, e mais bonita esteticamente.

Na sua parte inferior foram inseridos dispositivos de locomoção para a movimentação da máquina, olhando para a parte lateral do Gabinete foi inserido dispositivos de áudio, para melhorar a interação com o usuário; na parte frontal está presente o monitor, e os comandos da máquina, o gabinete possui um conjunto de iluminação lateral que indica a sua capacidade de armazenamento.

Na parte interna do Gabinete, está presente os dispositivos elétricos e eletrônicos que foram necessários para o funcionamento da máquina, a região interna do gabinete segue a ISO 9001 fazendo com que alguma manutenção seja feita de forma mais adequada, os dispositivos que guardam os materiais inseridos na máquina seguem a mesa ISO, e estão localizados na região interior do gabinete, em relação a fiação dos componentes, todos foram organizados com base na ISO 9001:2015.

O mecanismo de seleção do Gabinete está presente na sua região interna e foi desenvolvido de acordo com a ISO 9001 e ISO 14001 para tornar o sistema em um todo mais confiável e seguro, a entrada de objetos aceitos pelo mecanismo é limitada pela Poka-Yoke de entrada, que foi modelada com base no dimensionamento das tampas aceitas pela máquina, fazendo com que a entrada de objetos aceitos fiquem restritos pela dimesão da Poka-Yoke.

Figura 2: Ilustração da Poka-Yoke da Máquina



Fonte: Autores, 2021

O processo funciona através de sensores que detectam o tipo de material inserido na máquina, e enviam sinais para a Raspberry e motores que controlam os Stoppers, e um pinhão que move uma cremalheira que realiza um movimento de seleção do material inserido no duto do mecanismo, o funcionamento da máquina é composto por vários sensores industriais.

O princípio de funcionamento ocorre quando é despejado uma tampa plástica que esteja dentro do escopo, o primeiro item a ser acionado é o sensor de input ele ativa a abertura do stopper, após o material passar pelo segundo sensor de output o stopper é fechado e inicia-se o funcionamento do sensor de seleção para identificar o material, em seguida etapa de visão computacional, dependendo do resultado apresentado, o material é rejeitado ou coletado pela máquina, caso seja coletado ele é contabilizado e vai para umas das gavetas de resíduo plástico.

Para realizar interação com o usuário, o Gabinete possui um sistema web embarcado, este composto por aplicações com um Front-end e um Back-end, este permite experiências de usabilidade do usuário com a máquina com o objetivo de facilitar as instruções de uso correto, desta forma as interações homem-máquina (IHM) proporcionam experiencias estimulantes para a imersão na proposta ofertada visando uma solução de coleta seletiva gamificada.

Dessa forma foi desenvolvida uma automação inteligente, esse módulo contemplou a pesquisa aplicada relacionada ao desenvolvimento do firmware e design mecânico do coletor dinâmico de tampas, especificamente nas conexões inteligentes entre sensores e atuadores, análises de informação da máquina entre os dispositivos integrados localmente como o microcontrolador e os dispositivos necessários para fazer a comunicação entre os demais componentes da máquina e análises de funcionamento dos sistemas internos do coletor como motores, e peças mecânicas necessárias para o bom funcionamento no mecanismo.

4. RESULTADOS ENCONTRADOS

Os resultados encontrados foram: a finalização de um protótipo validado pelos usuários Figura 2, em que houve interação e satisfação.

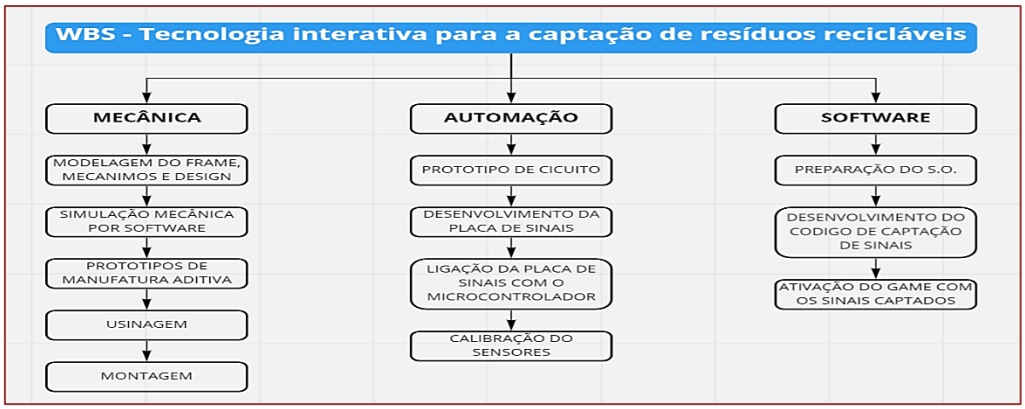
Figura 3: Equipamento concluído, após teste de usuários

Fonte: Autores, 2021

Em relação ao funcionamento dos mecanismos, houve uma assertividade de 95,45% no reconhecimento dos materiais através da visão computacional da câmera implantada (apresentado no artigo “Modelo para reconhecimento de resíduos por meio de inteligência artificial”), e o mecanismo de seleção obteve um excelente desempenho.

Conforme apresentado na Figura 1, pode-se acompanhar o Mapa mental do funcionamento da solução.

Figura 4: WBS do funcionamento da Máquina



Fonte: Autores, 2021

Também, nos resultados, não houve nenhuma falha mecânica no mesmo, foi observada a inovação aplicada aqui através da forma intuitiva de captação de tampas, os usuários foram estimulados a contribuir com meio ambiente e por outro lado se divertir a partir da interação com acionamento dos jogos eletrônicos ou acumulo de pontos para descontos em futuras compras, nas empresas parceiras.

Todo processo de seleção e captação das tampas foi realizado por meio da automação inteligente e a integração dos dispositivos eletrônicos. Informações mais detalhadas da solução apresentada para implementar a coleta seletiva de tampas plásticas por meio da gamificação, não podem ainda serem evidenciadas devido ao processo de registro de patente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do Brasil ter uma Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 10.305, 2010) e está direcionar a reciclagem, ainda é incipiente sua efetividade, através dessa problemática com descarte de materiais recicláveis e incentivo à educação ambiental, o desenvolvimento deste projeto pode colaborar na solução deste problema. A solução tem em vista unir sustentabilidade com tecnologia, a manufatura de um Coletor Dinâmico de Tampas Plásticas, mostrou-se eficaz para dirimir problemas recorrentes como por exemplo o descarte inadequado de resíduos plásticos, dessa forma cada vez mais problemas ambientais podem ser resolvidos a partir da educação com inovações tecnológicas.

AGRADECIMENTO

Em atendimento ao Art. 39 do Decreto nº 10.521/2020, que dispõe sobre a divulgação das Atividade de Pesquisa e Desenvolvimento e dos resultados alcançados, agradecemos à Samsung Eletrônica da Amazônia LTDA, que por meio da Lei Federal nº 8.387/1991 viabiliza o fomento à pesquisa e o desenvolvimento tecnológico da região em parceria com a Ecossistemas Inteligentes e Consultoria Ltda.

Agradecemos também a Fundação de Amparo de Amparo à Pesquisa no Amazonas - FAPEAM, nossa instituição de fomento e ao Instituto Federal do Amazonas - IFAM pela oportunidade em desenvolver pesquisa aplicada.

REFERÊNCIAS

[1] Associação Brasileira de Norma Técnicas – ABNT. Projeto de revisão NBR 13230: simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos. Rio de Janeiro, 8p. (2008).

[2] BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei 9795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental, 1999.

[3] Política Nacional de Resíduos Sólidos, LEI Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010.

[4] BACCHUS, F. AIPS 2000 Planning Competition: The Fifth International Conference on Artificial Intelligence Planning and Scheduling Systems. AI Magazine, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 47, 2001. DOI: 10.1609/aimag.v22i3.1571. Disponível em: https://ojs.aaai.org/index.php/aimagazine/article/view/1571. Acesso em: 7 jul. 2021.

[5] CAVALCANTI, L. L.; NOGUEIRA, M. S. Futurismo, Inovação e Logística 4.0: desafios e oportunidades. VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2017.

[6] COSTA, Maria de Jesus; TORRES, Sara Stephane Moreira . Ilha da Tartaruga: Gamificação na Educação Ambiental. In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E), 4. , 2019, Recife. Anais do IV Congresso sobre Tecnologias na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, dec. 2019 . p. 511-516. DOI:

[7] FARIA, Alessandro de Oliveira. Programe seu Andróide. Linux Magazine, Volume 1, Número 43, p. 73-77, 2008.

[8] HOFFMANN, J. Local search topology in planning benchmarks: an empirical analysis. In: IJCAI-01 INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2001, Seattle, Washington. Proceedings... Seattle, Washington: Morgan Kaufmann, 2001, p. 453-458.

[9] HOFFMANN, J.; NEBEL, B. The FF planning system: fast plan generation through heuristic search. Journal of Artificial Intelligence Research, v. 14, p. 253-302, 2001.

[10] LEAKE, James M. Manual de desenho técnico para Engenharia: Desenho, modelagem e visualização. Rio de Janeiro: LTC, 309 p., 2012.

[11] MACHADO, Ana Lucia Soares; ZANETTI, Izabel C. B. B.; HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto. A degradação dos cursos hídricos urbanos, uma abordagem sobre gestão e educação ambiental. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 14, n. 3, p. 1124-1138, jul./set., 2019. e-ISSN: 1982-5587. DOI: 10.21723/riaee.v14i3.11416

[12] MACHADO, A. L. S. Educação Ambiental para Gestão Sustentável da Água: Estudo de caso do Igarapé do Mindu – Manaus, AM. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. UnB. 2012.

[13] MEDEIROS, A. V.; A. L. MAITELLI; GABRIEL FILHO, O (2001) - Otimização das Funções de Pertinência de um Controlador Nebulosos utilizando Algoritmos Genéticos. In: V Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Canela, RS.

[14] ©REVISTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, v. 19, n. 35, p. 83-91, jul./dez. 2016 - ISSN: 2236-6733

[15] ROHLEDER, Edson; SPECK, Henderson José; GOMÉZ, Luis Alberto. A importância do desenho no processo de projeto. Florianópolis, p. 2-9, 2000.

[16] VASCONCELLOS, Marcos A. S.; GARCIA, M. E. Fundamentos de Economia. São Paulo: Saraiva, 5º edição, 2012.

Capítulo 5

Modelo gamificado para reconhecimento de reciclados por meio e Inteligencia Artificial

Vitor Arlinson Rodrigues da Silva
Ana Lucia Soares Machado
Micila Sumária Medeiros Pereira
Giovane Taveira de Souza Xavier

Resumo: Este artigo refere-se a um projeto que busca unir conceitos da sociedade 5.0 e indústria 4.0 para serem utilizados a favor da sustentabilidade. Com o aumento da produção de resíduos plásticos ao redor do mundo e o baixo índice de reciclagem foi observada a necessidade de diminuir o impacto no ecossistema. A metodologia usada quanto a natureza, foi uma pesquisa aplicada, explicativa, com delineamento tecnológico. Como resultado foi desenvolvido um modelo gamificado de reconhecimento de tampas plásticas e tampas de metal, que conta com uma interface homem-máquina para uma interação intuitiva com o usuário, visão computacional para detecção, o uso de uma rede neural convolucional para a criação e treinamento de um classificador, um banco de dados com imagens do objeto de estudo, algoritmos de *front-end, back-end* e jogos de código aberto.

Palavras-chaves: **G**amificação; sustentabilidade; visão computacional.

1. INTRODUÇÃO

A busca por meios de produção mais eficientes e a introdução de tecnologias emergentes deu início à era da indústria 4.0. Também chamada de a 4° Revolução Industrial, ela tem a finalidade de fazer com que as indústrias se tornem inteligentes, conectadas e digitalizadas. De acordo com Lima, Pinto (2019) há termos usados de maneira globalizada na indústria 4.0 que expressam algumas tecnologias para automação e troca de dados como: Inteligência Artificial, Internet das Coisas (Iot), Computação em nuvem, Big Data e Sistemas Cyber-físicos.

A partir da evolução das tecnologias digitais e inovações propostas pela Indústria 4.0, o Japão, conforme Merluzzi (2018) cria um novo conceito para a sociedade que se beneficia dessas tecnologias, assim surge a "Super Smart Society 5.0", conhecida como sociedade 5.0. Esse novo modelo de sociedade tem sido abordado desde 2016 pelos japoneses, e tem como propósito melhorar a qualidade de vida e atenuar problemas sociais, por exemplo: soluções para longevidade, cura de doenças extremas, mobilidade personalizada e previsões de catástrofes ambientais. O mal tratamento de lixo mundial é um problema que a sociedade 5.0 busca resolver, segundo um levantamento realizado pela WWF (World Wide Fund for Nature) no ano de 2018, o Brasil ocupou a quarta posição no ranking dos países que mais produzem resíduos plásticos no mundo, com cerca de 11 milhões de toneladas por ano. Não bastando estar em quarto lugar, também ocupamos uma posição muito ruim no ranking dos países que reciclam seus resíduos plásticos. O Brasil recicla cerca de 1,28% de todo resíduo plástico gerado, e isso refere-se a 145 mil toneladas, índice bem abaixo da média ao compararmos com outros países. Com o baixo índice de reciclagem, os resíduos que não passam por esse tratamento acabam trazendo consequências graves para nosso ecossistema, como: poluição do ar, poluição dos lençóis freáticos, intoxicação de animais, dentre outros.

Tendo em vista que os projetos desenvolvidos na área de automação ainda ocorrem de forma tradicional, com aplicações de automação simplificadas, onde um hardware tem um firmware e executa uma tarefa específica a qual foi planejada para executar. O objetivo do estudo proposto é integrar as metodologias tradicionais de automação e as estratégias de tecnologias convergentes, utilizando a favor do meio ambiente, onde a máquina é capaz de aprender com suas experiências e assim realizar tomadas de decisões. Dentro desta perspectiva refina a codificação de algoritmos complexos e banco de imagens para a mineração de informações, afim de deliberar uma resposta ao sistema causando um efeito na interação com o usuário e uma melhor usabilidade do dispositivo.

Assim, originou-se este projeto, a partir de conceitos presentes na Indústria 4.0, Sociedade 5.0 e a necessidade de buscar alternativas para amenizar o impacto ambiental que o plástico trás, busca-se contribuir com o meio ambiente de uma forma inteligente, sustentável e inovadora, em relação a coleta seletiva e a reciclagem. O projeto baseia-se em um modelo que é capaz de identificar, através de um classificador por meio de inteligência artificial, resíduos descartados a partir de características específicas de dados gerados por dispositivos eletrônicos.

2. AS TECNOLOGIAS EMERGENTES E A SUSTENTABILIDADE

O projeto está alinhado à sustentabilidade, uma vez que esta, conforme Ignacy Sachs (2008) possui 08 dimensões, quais sejam, ecológica, econômica, social, cultura, psicológica, territorial, política nacional e internacional. Essas dimensões se entrelaçam a serviço da humanidade e não o contrário. Dessa forma a Indústria 4.0 e a nova sociedade "*Smar*t" (Sociedade 5.0) se utilizará das tecnologias a serviço da humanidade, para tornar a vida das pessoas mais adaptável, resiliente e sustentável. Importa discorrer dos conceitos básicos que foram utilizados na pesquisa, tais como: interface homem-máquina e visão computacional.

2.1. INTERFACE HOMEM-MÁQUINA (HMI OU IHM)

Quando se trata de HMI é importante estabelecer uma definição para que haja o entendimento. Segundo James Cannan e Huosheng Hu (2011), a definição de interface homem-máquina é evidenciar, nós como humanos e uma máquina como qualquer dispositivo mecânico ou elétrico, ao interagir com as máquinas elas têm a função de transmitir ou modificar energia para realizar ou auxiliar no desempenho de tarefas humanas. Em outras palavras, uma HMI tem a função de estabelecer uma comunicação entre um

usuário e um sistema, a fim de transmitir informações sobre seu funcionamento, seu estado, suas opções de trabalho, dentre outros aspectos.

2.2. VISÃO COMPUTACIONAL

Com a evolução dos computadores, deu início a inserção de interfaces gráficas para melhorar a experiência com o usuário, com isso, houve um novo ramo de estudo chamado de visão computacional. Em síntese, visão computacional é a forma que o computador enxerga o mundo, ou seja, é a forma que uma máquina consegue extrair informações de uma imagem.

Para utilizar os conceitos de visão é necessário o uso de alguma linguagem de programação que tenha suporte para processamento de imagens. A escolhida foi o Python, por sua facilidade, fácil compreensão, grande acervo de bibliotecas e um amplo suporte na internet. Uma das bibliotecas mais utilizadas para visão no Python é o OpenCV (*open source vision computer library*).

2.2.1. TRABALHOS RELACIONADOS

A detecção e contagem de bovinos em imagens aéreas utilizando visão computacional, realizada por De Espírito Santo e De Oliveira Filho (2020), propõe o uso de técnicas de processamento de imagens e visão computacional. A pesquisa se refere a imagens tiradas de um drone, vista superior em relação ao gado, a uma altura de 30 a 50 metros e a partir daí são utilizados filtros para amenizar ruídos, conversão do sistema de cores, aplicação de processos de erosão e dilatação da imagem para ocorrer a detecção de bois.

A pesquisa realizada por Leocácio e Souza (2021), assim como o presente trabalho, faz o uso de redes neurais convolucionais para o treinamento de classificadores, eles buscam detectar abelhas nativas em colmeias em campo utilizando visão computacional. Para a detecção eles utilizaram um método chamado Yolo (you Only look once), onde após seu treinamento a imagem só necessitar passar uma vez para que haja a detecção das abelhas devido a detecção ser tratada como um problema de regressão.

2.3. GAMIFICAÇÃO

A gamificação vem sendo utilizada para motivar uma ação não comumente utilizada em jogos, Kappen e LENNART (2013) escrevem sobre um caleidoscópio para gamificação eficaz no mundo dos negócios. De acordo com o autor, "Intervenções gamified incluindo autorregulação, socialização e recompensas são essenciais para fornecer uma experiência agradável".

Conforme Zichermann (2011), define gamificação como um processo de usar o pensamento e dinâmica dos jogos para envolver o público na resolução de problemas. A gamificação voltada a educação pode ser uma ferramenta eficiente para a educação, Mendonça (2016) corrobora com esse pensamento ao propor que gamificação pode ser entendida como o uso de mecanismos e dinâmicas de jogos para engajar pessoas, resolver problemas e melhorar o aprendizado, motivando ações e comportamentos em ambientes fora do contexto de jogos.

Para essa aplicação foi necessária a integração das tecnologias apresentadas com a gamificação para uma solução inovadora em relação a resíduos recicláveis. O projeto de gamificação de resíduos proporcionou a atratividade por seus produtos embutidos os quais são: plataforma de entretenimento e sistema de bonificação, ou seja, descontos em aquisição de produtos com empresas parceiras e o descarte correto das tampas plásticas.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia usada quanto a natureza do projeto, foi uma pesquisa aplicada, explicativa, com delineamento tecnológico, para isso, foi elaborado um modelo gamificado de reconhecimento de tampas plásticas e tampas de metal, está dividido em dois submódulos e etapas, as quais são a:

3.1. APLICAÇÃO WEB

A aplicação web desenvolvida, objetivou trabalhar conceitos de IHM (Interface Homem-Maquina) com a finalidade de aproximar o usuário final à novas experiências de coleta seletiva, utilizando conceitos visuais já reconhecidos para causar familiaridade e facilidade de acesso, desta forma auxiliar o usuário em ações de navegabilidade no sistema e tomadas de decisões, causando satisfação ao usuário ao realizar a coleta seletiva através de um dispositivo tecnológico com a aplicação *web* embarcada.

Ao trabalhar com diferentes tipos de usuários é necessário pensar em como eles utilizarão o sistema, neste contexto o trabalho implementou interfaces na aplicação web para aprovação de conceitos durante a interação uma amostra de usuários finais, por meio de testes de usabilidade e exploratórios, novos conjuntos de componentes de interfaces foram implementados para compor as experiências a qual o trabalho propôs.

Contudo, nas fases de implementação utilizou-se ciclos, definidos por etapas para aceitação, divididos em: criação, testes, atualização de conceitos e integração. As validações foram aplicadas ao sistema de gamificação implementado no IHM. A gamificação se dá ao ciclo positivo do sistema, onde há a captação do resíduo reciclável e em troca, o usuário poderá se entreter com jogos de código aberto presentes fazendo com que ele se divirta e que haja motivação ao coletar os materiais recicláveis.

O trabalho tem como base a sustentabilidade, esta norteia todas as pesquisas contidas no desenvolvimento e integra novas estratégias para estimular a coleta seletiva de resíduos, portanto o projeto de design criado para aplicação web tem suas interfaces com componentes visuais que remetem o meio ambiente, entre imagens, ícones, mensagens e gifs ambientais. Conforme figura 1.

Figura 1: Tela inicial da interface gráfica do sistema

Fonte: Autores, 2021

3.2. PROCESSAMENTO DE IMAGEM E INTEGRAÇÃO

Foi dividido em três etapas: a captura da imagem, processamento da imagem e a detecção, os dados coletados foram mantidos em uma base de dados e recuperados pela aplicação web, por meio da integração realizada por uma camada midler entre o dispositivo de coleta e a aplicação *web*.

3.2.1 CAPTURA

A partir de uma câmera foi feita a captação de uma imagem para seu processamento, a câmera utilizada foi uma Logitech c920 que possui uma resolução de 1080p/30 fps – 720p/30 fps, foco automático, lente de vidro e possui um campo de visão de 78°.

A câmera é fixada em uma chapa de metal ficando, aproximadamente, a 10 centímetros de distância da região onde as tampas serão despejadas. Ela fica paralela com a região de interesse para que possa captar os resíduos de cima para baixo. Sua iluminação é feita com uma fita led RGB na cor branca, enquanto o sistema estiver ligado, a fita estará iluminando a região para a captação das imagens.

3.2.2. PROCESSAMENTO DA IMAGEM

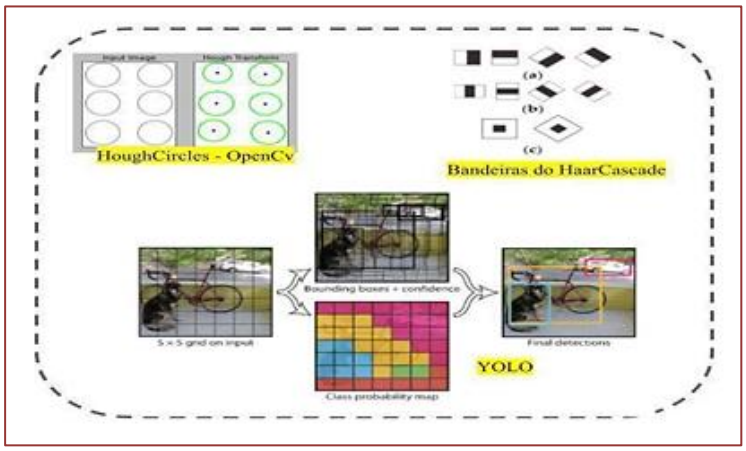
Para haver uma melhor confiabilidade nas detecções, segundo Marengoni e Stringhini (2009), foi necessário um pré-processamento de imagem com a aplicação de filtros, de forma que amenize os ruídos. Após a coleta de imagens a partir de uma webcam com iluminação independente, segue os seguintes passos:

1. Mudar o tamanho da imagem.
2. Converter a imagem no formato RGB (ou BGR, utilizado no OpenCV) para escalas de cinza.
3. Inserir um borrão, chamado de Gaussian Blur, para uma redução de ruídos na imagem.
4. E por último colocar um limite, chamado de threshold, para estabelecer valores dos pixels.

3.2.3. DETECÇÃO

Na parte de detecção são utilizados três métodos diferentes (HoughCircles, HaarCascade, Yolo), sendo dois deles a base de treinamento de classificadores e um deles uma função, conforme demonstrado na figura 2.

Figura 2: Métodos Utilizados no trabalho



Fonte: Adaptado da biblioteca do OpenCV da documentação do Yolo

O Primeiro método utilizado é uma função que encontra-se na biblioteca OpenCV chamada de HoughCircles, que não possui classificador, este procura por bordas redondas presentes da imagem, funciona da seguinte forma: a partir de uma imagem com objetos circulares de entrada, é realizada captação e após a captação é retornado o endereço de cada objeto encontrado com base em suas bordas e centros. Sendo assim, é possível alterar a forma de funcionamento a partir de parâmetros informados dentro da função.

Os métodos a seguir baseiam-se em 3 etapas: criação de etiquetas (labels), treinamento e teste. A criação das etiquetas é um recurso utilizado para informar o classificador onde está a região de interesse, ou seja, o endereçamento das tampas nas imagens para treinamento. Uma imagem é um plano cartesiano que possui duas dimensões. Ao informar a localização do objeto, geralmente os endereços são salvos da seguinte forma: nome da imagem, quantidade de objetos positivos, coordenada em x, coordenada em y, altura e largura.

O segundo método utilizado é o Haar Cascade, baseado em um classificador em cascata e aprendizado de máquina, seu treinamento é realizado por reforço. O algoritmo faz uma verificação na imagem colocando uma bandeira, também conhecida como máscara, em determinados pontos e a partir da diferença de luminosidade ou das bordas encontradas, há uma subtração dos valores dos pixels presentes. A partir disso, ocorre o reconhecimento de padrões e passa a realizar a verificação em imagens sem labels para concluir a detecção e medir sua precisão, após isso, um arquivo é gerado para implementar a detecção em um *script*.

O último método de detecção utilizado chama-se YOLO (You Only Look Once), desenvolvido por Joseph Redmon e Farhadi (2015), trata-se de um algoritmo que utiliza uma rede neural convolucional, denominada darknet, para extrair as características, e devido sua arquitetura, só precisa olhar a imagem uma vez para realizar a detecção, isso o faz mais rápido que outros tipos de classificadores que envolvem inteligência artificial.

Após a criação das labels, há o treinamento dos pesos do YOLO. Ao terminar de treinar, é retornado um gráfico com a acurácia e precisão do treinamento, em seguida, há a fase de testes para a validação do classificador, caso o resultado não seja satisfatório, a inserção de mais imagens positivas e negativas poderá ser uma solução.

Esse método possui pesos pré-treinados para alguns objetos presentes no dia-a-dia. Então dependendo da aplicação a ser realizada, seu detector já está pronto. Sua predição ocorre da seguinte forma: ao passar pela imagem o algoritmo a divide em grades e realiza uma verificação bloco a bloco, criando caixas delimitadoras que variam de acordo com a espessura. Quanto maior a espessura, maior é a probabilidade do objeto ser o correto.

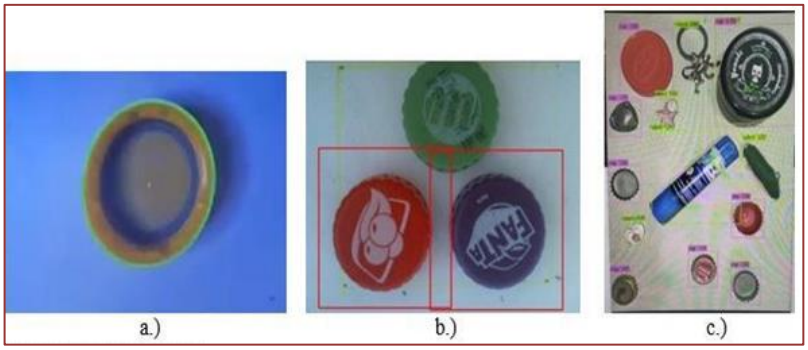
A partir daí as caixas que contenham espessura fina são excluídas e em seguida montam caixas delimitadoras grandes ao redor do objeto, como é demonstrado na figura 2. A partir daí, retornará o endereço de cada caixa delimitadora juntamente com a sua classe e a confiabilidade que o algoritmo determina do objeto.

4. RESULTADOS ENCONTRADOS

Para trabalhar com visão computacional e detecção de objetos é necessário ter um hardware de boa performance, pois exige a realização de um número elevado de treinamentos da inteligência artificial envolvida. Os treinamentos dos classificadores, dependendo da configuração do computador, demoram algumas horas, dias e até mesmo semanas. Um certo classificador feito com 7000 imagens com 15 etapas de estágios demorou cerca de 6 dias para ficar pronto, então um computador com um processador mais eficiente e uma placa de vídeo com uma memória RAM a partir de 4 GB é essencial.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e cada método de detecção é útil conforme a aplicação. O método mais eficiente encontrado para a captação das tampas foi o YOLO, pois com ele foi possível estipular as classes de objetos que se deseja detectar, enquanto o Haar Cascade necessita de um classificador para cada classe. Como o treinamento dos pesos do YOLO foi feito por uma rede neural convolucional, isso o torna mais inteligente e confiável do que os outros. Ao detectar o objeto com o YOLO, ele retorna as boulding box (caixas delimitadoras) juntamente com as porcentagens de chance de ser o objeto definido pela classe. Conforme Figura 3:

Figura 3 : Resultado dos métodos utilizados –a.) HoughCircles , b.) Haar Cascade , c.)YOLO



Fonte: Autores, 2021

O YOLO foi o método validado após os testes realizados, pois ele possui uma taxa 89% de acerto maior do que os demais, em um modelo treinado foi possível implementar mais de uma classe e seu tempo de resposta foi muito rápido.

Os outros métodos têm suas vantagens em outras aplicações, o Haar Cascade é um bom detector desde que a utilização seja de apenas uma única classe, a não ser que seja feito um classificador para cada classe, algo que demandará tempo e poder de processamento. Portanto, todos os métodos escolhidos são bons, a escolha depende da aplicabilidade.

A validação do modelo se sucedeu através de testes realizados. Divididos em duas etapas, a primeira foi realizada em um ambiente controlado com verificações constantes de cada ciclo que o sistema realizava enquanto a segunda foi por usuários comuns em ambiente escolar, conforme Figura 4.

Figura 4: Sistema em fase de testes por usuários

Fonte: Autores, 2021

Foram realizadas vários testes no ambiente de implantação escolhido para aplicação da máquina GAWA, uma escola de nível médio e superior, os tipos de testes realizados foram funcionais e de usabilidade, os quais permitiram medir os fluxos principais da coleta de tampa, a interação do usuário com a máquina considerando as experiências no ato das execuções das funcionalidades, o ciclo da coleta para geração da gamificação embutida nas estratégias de coleta e entre outros aspectos dos fluxos secundários, bem como o rejeito do material não identificado.

Ainda foram realizados outros testes direcionados a performance e desempenho na coleta do hardware, bem como a identificação dos tipos de tampa detectado pela máquina, o tempo de coleta e disponibilidade da máquina para jogar os games da máquina após coleta, e entre outros.

Com os resultados dos testes foi possível realizar uma análise para aprimoramento do classificador, pois o mesmo apresentou margens de erros nas identificações e assim evidenciou a necessidade de realizar mais treinamentos e modificações condicionais nos algoritmos para reduzir a margem de possíveis falhas no reconhecimento das tampas inseridas na máquina e disponibilidade dos jogo ou o acúmulo de pontos para benefícios .

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao desenvolver o modelo para reconhecimento de resíduos, houve a integração entre as metodologias tradicionais de automação e as estratégias de tecnologias convergentes, tais como: visão computacional, inteligência artificial, aprendizado de máquina e interface Homem-Máquina. Por mais que os classificadores treinados tenham um bom índice de acerto, ainda assim é possível burlar o sistema com falsas tampas, ou seja, objetos que se assemelham a uma tampa e para melhorar isso há a necessidade de fazer um investimento maior para a aquisição de sensores mais robustos a fim de realizar o cruzamento de dados captados para a tomada de decisão mais segura.

Fica evidente que esse modelo pode responder a necessidade de novos meios que estimulem a coleta seletiva e a reciclagem desses resíduos, para evitar a degradação no meio ambiente. O modelo criado funciona como um incentivo para as pessoas reciclarem tampas plásticas e tampas metálicas, ou qualquer outro resíduo que seja demandado, de forma que ela troque um objeto pela diversão do game caso a validação do mesmo detectado seja a correta.

Com alguns modelos desses espalhados em regiões estratégicas, o descarte de objetos recicláveis será estimulado, bem como a construção de novos comportamentos favoráveis a sustentabilidade, pois os usuários além de contribuir com o meio ambiente receberiam incentivos como a disponibilidade de games e bonificações. Contudo, os índices de reciclagem aumentariam, e a pressão por matéria prima diminuiria promovendo a sustentabilidade.

AGRADECIMENTO

Em atendimento ao Art. 39 do Decreto nº 10.521/2020, que dispõe sobre a divulgação das Atividade de Pesquisa e Desenvolvimento e dos resultados alcançados, agradecemos à Samsung Eletrônica da Amazônia LTDA, que por meio da Lei Federal nº 8.387/1991 viabiliza o fomento à pesquisa e o desenvolvimento tecnológico da região em parceria com a Ecossistemas Inteligentes e Consultoria Ltda.

Agradecemos também a Fundação de Amparo de Amparo à Pesquisa no Amazonas - FAPEAM, nossa instituição de fomento ao aluno bolsista e ao Instituto Federal do Amazonas - IFAM pela oportunidade em desenvolver pesquisa aplicada.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS – ABNT. Projeto de revisão NBR 13230: simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos. Rio de Janeiro, 8p. (2008).

[2] BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei 9795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental, 1999.

[3] Política Nacional de Resíduos Sólidos, LEI Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010.

[4] CANNAN, J.; HU, H; Human-Machine Interection (HMI) : A Survey; School of Computer Science & Eletronic Engineering University of Essex

[5] COSTA, D.; BARBOSA, C.; MIRANDA, D.; RUSSO, S. Produção Científica Sobre a Sociedade 5.0. 10th International Symposium on Technological Innovation, 2019.

[6] DO ESPÍRITO SANTO, J; DE OLIVEIRA FILHO, J. Classificação e Contagem de Bovinos em Imagens Aéreas utilizando Visão Computacional e Aprendizagem de Máquina. In: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO CEARÁ, MARANHÃO, PIAUÍ (ERCEMAPI), 8. , 2020, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 165-172.

[7] KAPPEN, D. L.; LENNART, E. N. The Kaleidoscope of effective Gamification: Deconstructing Gamification in Business Applications. ResearchGate. 2013.

[8] LEOCÁDIO, R.; SEGUNDO, A.; SOUZA, J.; GALASCHI-TEIXEIRA, J; SOUZA, P.; PESSIN, G.; Detecção de Abelhas Nativas em Colmeias em Campo Utilizando Visão Computacional. In: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA À GESTÃO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (WCAMA), 12. , 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021 . p. 59-68. ISSN 2595-6124.

[9] LIMA, A. G.; PINTO, G. S. INDÚSTRIA 4.0. Revista Interface Tecnológica, v. 16, n. 2, p. 299-311, 21 dez. 2019

[10] MERLUZZI, O. A Sociedade 5.0, a Indústria 4.0 e o Brasil com 40 anos de atraso. Disponível em: https://oleodieselnaveia.com/2018/06/02/a-sociedade-5-0-a-industria-4-0-e-o-brasil-com-40-anos-de-atraso/. Acesso no dia 26 de Junho de 2020.

[11] OPENCV. Documentação do OpenCV 4.5.2. < https://docs.opencv.org/4.5.2/>. Acessado no dia 06/07/2021 ás 15:58

[12] PYTHON. Documentação do Python 3.9.6.< https://docs.python.org/3/>. Acessado no dia 06/07/2021 ás 15:51.

[13] SACHS IGNACY. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável. Coleção Idéias Sustentáveis. 3 a. ed.,Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

[14] WIT, W.; HAMILTON, A.; SCHEER, R.; STAKES, T.; ALAN, S.; SOLUCIONAR A POLUIÇÃO PLÁSTICA: TRANSPARÊNCIA E RESPONSABILIZAÇÃO: ATENÇÃO: Os plásticos estão poluindo a natureza, colocando em risco a vida selvagem e prejudicando sistemas naturais. Está entrando na comida que comemos e no ar que respiramos.. 1. ed. Gland, Suíça.: WWF - Fundo Mundial para a Natureza, 2019. 50 p. v. 1

[15] ZICHERMANN, G. The Gamification Revolution: how leaders leverage game mechanics to crush the competition. New York: McGraw-Hill, 2013.

Capítulo 6

Avaliação da maturidade na gestão da sustentabilidade nas indústrias de autopeças brasileiras

Fabiano Rodrigues Soriano
Ronney Silveira de Almeida
Maruedson Pires Martins
Fernando Remigio Tamariz Luna
Adjeferson Custódio Gomes

Resumo: Apesar dos grandes avanços no desenvolvimento de veículos automotores com características sustentáveis, o mesmo não pode ser dito sobre o processo de fabricação de seus componentes, o que pode levar a um aumento no risco de reputação da montadora. A cadeia automotiva é composta por diferentes camadas de fornecimento, o que pode fazer com que as políticas de sustentabilidade estabelecidas pela montadora não atinjam seus membros mais distantes. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o nível de maturidade em compliance nas indústrias de autopeças brasileiras. Para isso foi realizado um survey com 40 autopeças classificadas em 03 camadas de fornecimento. Os resultados indicam que quanto mais distante da montadora menor é o nível de maturidade em compliance, além de demonstrar a influência direta do cliente final no empenho em iniciativas de sustentabilidade nas empresas. Conclui-se que para aumentar o nível atual de maturidade em sustentabilidade nas indústrias de autopeças há necessidade de investimentos em mecanismos de comunicação e cumprimento das políticas de sustentabilidade ao longo de todos os elos da cadeia produtiva.

Palavras-Chave: Sustentabilidade, Autopeças, *Compliance*

1. INTRODUÇÃO

A indústria automobilística mundial tem avançado consideravelmente no que diz respeito ao desenvolvimento de produtos mais sustentáveis do ponto de vista da eficiência energética, segurança ativa e passiva dos condutores, além de buscar por novos componentes menos agressivos ao meio ambiente, dentre outros aspectos relevantes. Contudo, a literatura apresenta diversos problemas na cadeia de suprimentos relacionados à sustentabilidade neste segmento de mercado muitas vezes relacionada às práticas de produção dos componentes automotivos (HILSDORF; MATTOS; MACIEL, 2017).

O *compliance* corresponde a um conjunto de atividades que visam garantir que as políticas da montadora estão sendo seguidos pelos demais elos da cadeia produtiva, evitando assim problemas tais como: o risco de reputação e prejuízos à imagem da marca (HILSDORF; MATTOS; MACIEL, 2017; VILLENA; GIOIA, 2018).

O objetivo deste trabalho é avaliar o nível de maturidade em *compliance* presentes na cadeia de suprimento da indústria de autopeças do mercado brasileiro. Assim, pretende-se responder à seguinte questão de pesquisa: - Qual o nível de maturidade de *compliance* em sustentabilidade na gestão da cadeia de suprimentos na indústria de autopeças brasileira?

Desta questão de pesquisa emerge a seguinte hipótese de pesquisa:

H_0 - A maturidade do *compliance* é influenciada pela camada de fornecimento a qual a empresa estudada pertence.

Os resultados deste trabalho podem ser utilizados para o desenvolvimento de políticas sustentáveis na cadeia de suprimentos da indústria de autopeças permitindo fomentar as práticas deste setor. A falta de informação dos parceiros da cadeia de suprimentos e a vontade de trocar informações relacionadas à sustentabilidade entre eles são obstáculos para a sustentabilidade da indústria automotiva.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Embora as montadoras adotem práticas sustentáveis relacionadas ao desenvolvimento de novos veículos, observa-se uma tendência menor no envolvimento de seus parceiros de 1ª camada e ainda é mais rara a participação dos parceiros de seus parceiros ou seja, Fornecedores de 2ª Camada em questões de sustentabilidade (CETINKAYA, 2011, HILSDORF; MATTOS; MACIEL, 2017; VILLENA; GIOIA, 2018).

A literatura apresenta que os fornecedores mais afastados na cadeia de suprimentos são mais propensos a violações de normas trabalhistas e contaminar o meio ambiente em parte porque recebe pouca pressão da montadora e muitas vezes as regulamentações ambientais e sociais é pouco exigente, tal situação pode comprometer a imagem da montadora junto aos seus clientes (BELVEDERE e GRANDO, 2017; REEFKE; AHMED; SUNDARAM, 2014; HYNDS, et. al., 2014; HUACCHO, 2013; KURNIA; et. al. 2014).

A responsabilidade corporativa em relação à sustentabilidade da montadora com seus parceiros torna-se um grande desafio, pois estas devem lidar com uma grande quantidade e dispersão de fornecedores ao longo de sua cadeia produtiva. Neste sentido, a montadora deve investir no desenvolvimento do *compliance* ao longo de toda a sua cadeia produtiva (BELVEDERE e GRANDO, 2017; CETINKAYA, 2011; HILSDORF; MATTOS; MACIEL, 2017; VILLENA; GIOIA, 2018).

Do ponto de vista gerencial, os esforços de coordenação, confidencialidade de dados e diferentes contextos econômicos e sócio-políticos complica o gerenciamento da sustentabilidade ao longo da cadeia de suprimentos. O que demanda uma alta maturidade em *compliance* disseminada ao longo de todas as camadas de fornecimento para se atingir melhores níveis de sustentabilidade na produção de veículos (HILSDORF; MATTOS; MACIEL, 2017; VILLENA; GIOIA, 2018).

No intuito de melhorar o *compliance* na cadeia de suprimentos as montadoras devem propor uma abordagem teórica fundamentada e estruturada para gerenciar as informações na sua rede de fornecedores com base em políticas de sustentabilidade, além de solicitar evidências empíricas do cumprimento de suas políticas pelos seus parceiros (HILSDORF; MATTOS; MACIEL, 2017; VILLENA; GIOIA, 2018; SRAI; ALINAGHIAN; KIRKWOOD, 2013).

Os métodos atualmente utilizados para avaliar o desempenho da sustentabilidade na cadeia de suprimentos automotiva são limitados, pois utilizam de informações genéricas quando abordam lacunas de informações específicas, ou acabam ignorando alguns fornecedores na perspectiva da cadeia. Neste contexto, foram selecionados constructos de pesquisa que refletem o *compliance* ao longo da cadeia de suprimentos na indústria de autopeças, pois dessa forma é possível mensurar a percepção dos responsáveis por essas empresas o compromisso da sustentabilidade da montadora (HILSDORF; MATTOS; MACIEL, 2017; VILLENA; GIOIA, 2018).

A literatura apresenta várias ferramentas e índices para medir a sustentabilidade corporativa que podem ter seu uso incentivado pela montadora nos seus parceiros, sendo os principais encontrados na literatura: (1) *Indicators of the Commission on Sustainable Development*; (2) *Global Reporting Initiative*; (3) *Dow Jones Sustainability Index*; (4) ETHOS *indicators*; (REEFKE; AHMED; SUNDARAM, 2014; KURNIA; et al. 2014; VILLENA; GIOIA, 2018. Estão apresentados na tabela 01os principais constructos identificados na literatura para avaliar a maturidade em *compliance* nas indústrias de autopeças.

Tabela 01: Maturidade em *compliance* nas indústrias de autopeças

Código	Questões a serem respondidas pelos entrevistados	Fonte do constructo
Q01	As políticas de sustentabilidade, relacionadas ao gerenciamento de fornecedores são claramente identificadas?.	[02; 03; 04; 05]
Q02	Os fornecedores estão envolvidos na implantação e gerenciamento de iniciativas de sustentabilidade?	[02; 06]
Q03	Há casos de fornecedores que estão envolvidos em medidas de melhoria da sustentabilidade e resolução de problemas?	[02; 06]
Q04	As políticas de sustentabilidade relacionadas ao gerenciamento de clientes são claramente identificadas?	[02; 03; 04; 05]
Q05	Os clientes estão associados na implantação e no gerenciamento de iniciativas de sustentabilidade?	[03; 04]
Q06	As medidas ambientais são melhoradas ao longo do tempo e mudanças feitas na cadeia de suprimentos?	[02; 04; 07]
Q07	A seleção e desenvolvimento de fornecedores consideram questões de sustentabilidade?	[06; 08]
Q08	Existe uma estratégia integrada de redução de emissões em novas plantas / processos produtivos?	[04; 05; 07]
Q09	Indicadores de sustentabilidade estão integrados para os produtos da empresa?	[02; 05; 08]
Q10	A sustentabilidade é projetada em rotinas, produtos e serviços organizacionais?	[01; 02; 05; 07]

Fonte: adaptado de [01] PIGOSSO; ROZENFELD; MCALOONE, 2013 [02] REEFKE; AHMED; SUNDARAM, 2014 [03] HYNDS, et. al., 2014 [04] HUACCHO, 2013; [05] KURNIA; et al. 2014); [06] VILLENA; GIOIA, 2018 [07]; GOLINSKA; KUEBLER, 2014 [08] SRAI.; ALINAGHIAN; KIRKWOOD, 2013

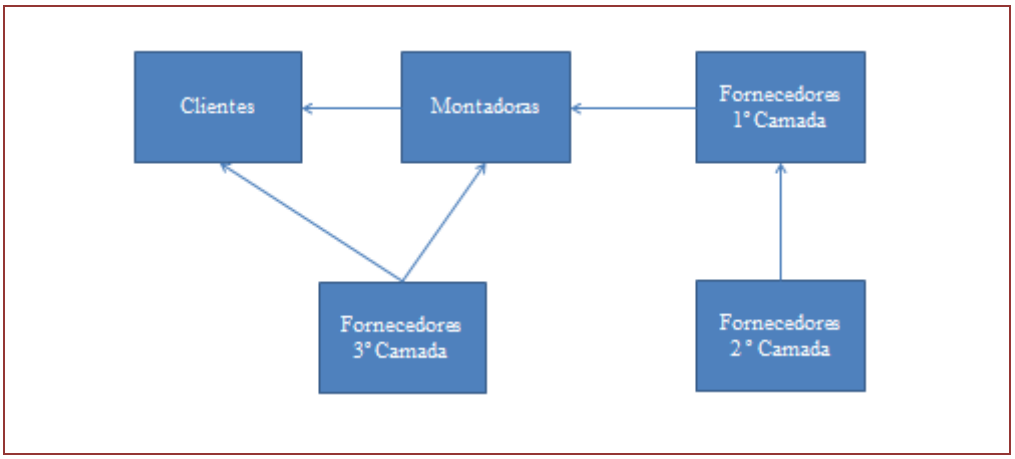
3. MÉTODO DE PESQUISA

Após uma criteriosa análise sobre os principais métodos de pesquisa, estabeleceu-se o *Survey* como protocolo para a elaboração do trabalho, pois este método está mais bem ajustado aos objetivos propostos e generalizações sobre os resultados. Neste sentido, foi seguido o protocolo apresentado por Forza, (2002).

A seguir serão apresentados os pontos mais relevantes para a elaboração deste trabalho. Para revisão de literatura foram selecionados os principais trabalhos disponíveis nas bases de dados Capes sobre o assunto. Foram pesquisadas as seguintes palavras-chaves: *Sustainable Supply Chain Management; Green Supply Chain Management; Automaker; Automotive Sustainability Assessment; Environmental Compliance*.

A leitura cuidadosa destes materiais possibilitou o desenvolvimento do modelo conceitual apresentado na figura 01.

Figura 02 - Modelo conceitual de pesquisa



Fonte: Próprio autor

Para responder à questão de pesquisa e validação da hipótese de pesquisa foi desenvolvido um questionário eletrônico como instrumento de coleta de dados, validado conceitualmente com especialistas acadêmicos.

Foi realizado um contato telefônico com as empresas cadastradas no guia de fornecedores da indústria de autopeças, solicitando falar com os gestores ou responsáveis pelas questões de sustentabilidade na empresa, após apresentação das intenções da pesquisa, sigilo das informações e dúvidas que os entrevistados apresentaram, foi solicitado a eles um *e-mail* de contato para encaminhar o *link* de acesso ao questionário para coleta de dados.

O questionário, desenvolvido em escala *likert*, foi dividido da seguinte forma: A primeira parte tratava da apresentação da pesquisa, termo de confidencialidade e questões de características gerais do entrevistado e empresa respondente. Na segunda parte, o respondente tinha opção de selecionar qual camada de fornecimento é mais característico da sua empresa. Já a ultima parte do questionário apresentava as questões referentes às práticas de *compliance* (Q01 á Q10).

Foram identificados um total de 176 empresas, resultando na coleta de 40 questionários respondidos, sendo apenas um por empresa. Os questionários respondidos estão assim distribuídos: 11 empresas fornecedoras da 1ª Camada; 17 empresas fornecedoras de 2ª camada e 12 empresas de 3ª Camada.

Os questionários recebidos foram validados estatisticamente por meio do alfa de *cronbach* resultando num valor de 0,89 sendo este um indicador da coesão entre as empresas e satisfatório para a continuidade das análises segundo o recomendado por Forza (2002).

Após a validação estatística dos questionários respondidos e válidos foram selecionadas duas técnicas para análise dos dados. Na tentativa de confirmar ou refutar a H_0 utilizou-se da Análise Discriminante Múltipla conforme orientado por Hair (2010).

De maneira complementar foi utilizada a técnica estatística Teste H (Kruskal-Wallis) esta é uma técnica não-paramétrica que possibilita analisar individualmente as variáveis na busca por diferenças significativas entre as camadas de fornecimento estudadas, sendo uma técnica robusta e recomendada para a quantidade amostral disponível (MONTGOMERY, 2004).

Na próxima seção encontram-se descritos os resultados de pesquisa.

4. RESULTADOS - VALIDAÇÃO DA HIPÓTESE DE PESQUISA

Na tentativa de inferir sobre H_0 foram realizados a Análise Discriminante Múltipla e Teste H. Os resultados obtidos podem ser observados na tabela 02.

Tabela 02 – Analise das Hipóteses de Pesquisa

Análise Discriminante Múltipla - Lambda de Wilks: 0,3398822 approx. F (20,56) = 2,002793 p < 0,0217	
Significante estatisticamente = Teste H < 0,05 *	Teste H
Q01*	0,0262*
Q02	0,4704
Q03	0,3225
Q04*	0,0043*
Q05*	0,0115*
Q06	0,5282
Q07	0,925
Q08	0,0743
Q09	0,3902
Q10	0,2567

Fonte: Próprio autor

A Análise Discriminante Múltipla utilizou as 10 variáveis propostas como constructo de pesquisa (Q01 à Q10) como modelo para determinar se existe diferença significativa entre as camadas de fornecimento estudadas. O nível de significância encontrado foi de 0,0217. Para ser válida a hipótese de que existe diferença significativa entre as três camadas de fornecimento, o valor objetivo deve ser < 0,05 conforme recomendado por Hair (2010). Assim podemos concluir que existem evidências estatísticas suficientes para aceitar H_0, ou seja, a maturidade do *compliance* é diferente dependendo da camada de fornecimento que ela se encontra.

4.1. ANALISE DESCRITIVA DOS RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos nas questões (Q01 à Q10) para cada um dos níveis de fornecimento. A Tabela 03 apresenta os resultados percentuais para cada uma das questões referente às empresas da 1ª Camada. Para cada uma das questões os respondentes poderiam indicar qual o nível de maturidade correspondente às práticas de sua empresa.

As empresas classificadas neste grupo são aquelas que apresentam o relacionamento mais próximo com a montadora. Os resultados indicam que as políticas de sustentabilidade relacionadas ao gerenciamento de fornecedores não são claramente identificadas na percepção dos respondentes. Nesta situação, a

montadora não deixa claro para seus fornecedores quais são suas políticas de sustentabilidade e qual o papel dos fornecedores no processo.

Em sua maioria os fornecedores não estão envolvidos na implantação e gerenciamento de iniciativas de sustentabilidade. Os resultados indicam que as empresas estudadas não estão utilizando o potencial de seus fornecedores para desenvolver melhorias nas questões de sustentabilidade. Também não demonstram haver uma tendência de como as políticas de sustentabilidade relacionadas ao gerenciamento de clientes sejam claramente definidas. O mesmo ocorre com o envolvimento dos clientes na implantação e no gerenciamento de iniciativas de sustentabilidade.

Tabela 03- Nível de maturidade em práticas de *Compliance* dos fornecedores de 1ª Camada

		Nível 01	Nível 02	Nível 03	Nível 04
		Não há	Apenas em poucos casos	Na maioria das vezes	Constantemente
1ª Camada	Q01	18,18	45,45	9,09	27,28
	Q02	18,18	54,54	9,09	18,19
	Q03	18,18	63,63	9,09	9,1
	Q04	36,36	18,18	27,27	18,19
	Q05	27,27	27,27	36,36	9,1
	Q06	18,18	36,36	27,27	18,19
	Q07	27,27	27,27	18,18	27,28
	Q08	45,45	18,18	27,27	9,1
	Q09	45,45	18,18	18,18	18,19
	Q10	27,27	27,27	27,27	18,19

Fonte: Próprio autor

Para os entrevistados as medidas ambientais poderiam ser um pouco melhoradas ao longo do tempo e maiores mudanças poderiam ser feitas na cadeia de suprimentos. Os resultados não evidenciam haver uma tendência na seleção e desenvolvimento de fornecedores considerando questões de sustentabilidade. Com isso observa-se que a falta de padronização pode influenciar nos resultados o que merece ser mais bem estudado.

Não existe ainda uma estratégia integrada de redução de emissões em novas plantas ou processos produtivos. A literatura recomenda uma maior integração para que as empresas obtenham melhores resultados direcionadas a sustentabilidade em menos tempo. As empresas estudadas em sua maioria não utilizam indicadores de sustentabilidade que estejam integrados para os produtos da empresa. Esta prática pode contribuir negativamente para aquelas que desejam associar aos seus produtos uma imagem sustentável e minimizar seu risco de reputação.

Para os entrevistados a sustentabilidade não é projetada em rotinas, produtos e serviços organizacionais de forma ampla. Esses resultados indicam uma baixa maturidade às questões de sustentabilidade.

A Tabela 04 apresenta os resultados percentuais para cada uma das questões referente às empresas da 2ª Camada. Para cada uma das questões os respondentes poderiam indicar qual o nível de maturidade correspondente às práticas de sua empresa.

Tabela 04- Nível de maturidade em práticas de *compliance* dos fornecedores de 2ª Camada

		Nível 01	Nível 02	Nível 03	Nível 04
		1 Não há	2 Apenas em poucos casos	3 Na maioria das vezes	4 Constantemente
2ª Camada	Q01	11,76	76,47	5,88	5,89
	Q02	23,52	47,06	23,53	5,89
	Q03	5,88	52,94	23,53	17,65
	Q04	70,59	11,76	11,76	5,89
	Q05	41,17	47,06	11,77	
	Q06	11,76	29,41	17,64	41,19
	Q07	5,88	52,94	17,65	23,53
	Q08	23,52	17,65	17,64	41,19
	Q09	52,94	11,76	17,65	17,65
	Q10	11,76	29,41	35,29	23,54

Fonte: Próprio autor

Majoritariamente, apenas em poucos casos as políticas de sustentabilidade estão claramente identificadas. Os fornecedores de 2ª camada são mais distantes da montadora se comparado com os de 1ª camada, tendo um relacionamento indireto com a mesma.

Já nesta camada observa-se que os fornecedores estão envolvidos em medidas de melhoria da sustentabilidade e resolução de problemas. Assim os fornecedores de primeira camada assumem um papel importante na comunicação das políticas de sustentabilidade da montadora para esta camada.

Contudo, as políticas de sustentabilidade relacionadas ao gerenciamento de clientes não são claramente identificadas, pois necessitam de melhores mecanismos de comunicação, controle e empenho nas questões de sustentabilidade deixando a montadora em situação de risco de reputação devido a sua pouca atenção aos seus parceiros mais distantes.

Observa-se nos resultados que os fornecedores de 1ª camada não estão associados na implantação e no gerenciamento de iniciativas de sustentabilidade e também que as medidas ambientais não são melhoradas ao longo do tempo já que mudanças não são feitas na cadeia de suprimentos. Porem, na percepção dos entrevistados, na maioria dos casos são levados em consideração questões de sustentabilidade na seleção e desenvolvimento de fornecedores. Isto indica que iniciativas de sustentabilidade são deixadas em segundo plano após o início do contrato de fornecimento.

Nesta camada existe uma estratégia integrada de redução de emissões em novas plantas e ou processos produtivos, porém poderiam ocorrer com maior frequência aproveitando o potencial de seus parceiros para esta finalidade no desenvolvimento de produtos e melhoria dos processos produtivos.

Indicadores de sustentabilidade não estão integrados de forma efetiva para os produtos da empresa. Neste tipo de relação entre os elos da cadeia produtiva o distanciamento com os clientes finais e também o distanciamento com a montadora propicia uma baixa eficiência na maturidade em sustentabilidade. Assim observa-se que a sustentabilidade também não é projetada em rotinas, produtos e serviços organizacionais de maneira efetiva para os participantes desta camada de fornecimento.

A Tabela 05 apresenta os resultados percentuais para cada uma das questões referente às empresas da 3ª Camada. Para cada uma das questões os respondentes poderiam indicar qual o nível de maturidade correspondente às práticas de sua empresa.

Tabela 05- Nível de maturidade de em práticas *compliance* dos fornecedores de 3ª Camada

		Nível 01	Nível 02	Nível 03	Nível 04
		1 Não há	2 Apenas em poucos casos	3 Na maioria das vezes	4 Constantemente
3ª camada	Q01	8,33	16,67	41,67	33,33
	Q02	8,33	50,00	16,67	25,00
	Q03	8,33	50,00	16,67	25,00
	Q04	8,33	16,67	50,00	25,00
	Q05	8,33	33,33	16,67	41,67
	Q06	8,33	25,00	41,67	25,00
	Q07	16,67	41,67	16,67	25,00
	Q08	0,00	25,00	41,67	33,33
	Q09	25,00	16,67	33,33	25,00
	Q10	0,00	25,00	41,67	33,33

Fonte: Próprio autor

A principal característica destas empresas é atender o mercado de reposição além das necessidades da montadora Nesta camada, as políticas de sustentabilidade, relacionadas ao gerenciamento de fornecedores são claramente identificadas existindo uma participação dos fornecedores na implantação e gerenciamento de iniciativas de sustentabilidade além deles participarem das medidas de melhoria e resolução de problemas ligados à sustentabilidade.

Observa-se uma maior maturidade, em relação às demais camadas no que diz respeito às politicas de sustentabilidade na participação dos clientes nas iniciativas de sustentabilidade uma vez que atua de forma paralela com o mercado.

As medidas ambientais são melhoradas ao longo do tempo e mudanças feitas na cadeia de suprimentos com certa maturidade. Contudo a seleção e desenvolvimento de fornecedores apresenta um resultado disperso.

Observa-se que existe uma estratégia madura quanto à redução de emissões em novas plantas e processos produtivos sendo que os indicadores de sustentabilidade estão integrados para os produtos da empresa demonstrando em alguns casos uma alta maturidade. Além disso, a sustentabilidade é projetada em rotinas, produtos e serviços organizacionais em níveis elevados de maturidade.

4.2. COMPARATIVO ENTRE AS CAMADAS DE FORNECIMENTO

Para apresentar um comparativo entre o nível de maturidade da sustentabilidade na cadeia de suprimentos foram selecionadas as variáveis que apresentam significância estatística pelo Teste H, sendo elas: (Q01; Q04; Q05). Conforme apresentado na tabela 02 estas variáveis apresentam resultados distintos e estatisticamente significativos nas diferentes camadas de fornecimento.

Q01 - As políticas de sustentabilidade, relacionadas ao gerenciamento de fornecedores são claramente identificadas. – O menor nível de maturidade nesta questão está concentrado nos fornecedores de 2ª camada. Assim as políticas de sustentabilidade são diluídas ao longo da cadeia uma vez que a influência com a montadora é menor. Já os níveis mais elevados de maturidade estão presentes nos fornecedores da 3ªcamada. Isto se deve às caraterísticas das empresas desta camada por fornecerem aos clientes finais como peça de reposição e a montadora.

Q04 - As políticas de sustentabilidade relacionadas ao gerenciamento de clientes são claramente identificadas - O nível de maior maturidade estão presentes nos fornecedores de 3ª camada enquanto os piores resultados encontram-se nas empresas de 2ª camada. Isso contribui para demonstrar o papel do cliente nas questões de sustentabilidade e também que as exigências sobre sustentabilidade não se mantêm constante ao longo da cadeia.

Q05 - Os clientes estão associados na implantação e no gerenciamento de iniciativas de sustentabilidade. Os piores níveis de maturidade encontram-se com as empresas fornecedoras da 2ª

camada. As empresas fornecedoras da 3ª camada apresentam os melhores resultados. A participação dos clientes é mais efetiva quando diretamente associada aos consumidores.

5. CONCLUSÃO

Uma indústria automotiva sustentável depende não apenas na adoção de tecnologias inovadoras para o produto, mas de um novo modelo de negócios que permitam que as autopeças participem ativamente do desenvolvimento de práticas sustentáveis.

Toda a cadeia de suprimentos deve ser levada em consideração ao tentar melhorar o desempenho de sustentabilidade na indústria automotiva.

As montadoras de veículos assumem papel principal neste cenário e precisam desenvolver medidas que permitam trocar informações relacionadas à sustentabilidade entre seus parceiros o que demanda a necessidade de confiança entre os elos que compõe a cadeia automobilística.

Os resultados demonstram que atualmente as autopeças estão em níveis baixos de maturidade em *compliance* na gestão da cadeia de suprimentos.

Observa-se ainda que as empresas estudadas necessitem da adaptação da estratégia corporativa da montadora, além da adaptação de modelos de sustentabilidade, sendo necessário um procedimento que guie as indústrias deste setor sobre como identificar potenciais de otimização de seus processos produtivos baseadas em indicadores de sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio institucional da UESC para a realização deste trabalho.

REFERENCIAS

[1] BELVEDERE, Valeria; GRANDO, Alberto. Sustainable operations and supply chain management. John Wiley & Sons, 2017.

[2] CETINKAYA, Balkan et al. Sustainable supply chain management: practical ideas for moving towards best practice. Springer Science & Business Media, 2011.

[3] FORZA, C.. Survey research in operations management: a process-based perspective. International journal of operations & production management, 2002.

[4] GOLINSKA, P.; KUEBLER, F.. The method for assessment of the sustainability maturity in remanufacturing companies. Procedia Cirp, v. 15, p. 201-206, 2014.

[5] HAIR, J. F. et. al. Análise multivariada de dados. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 688p.

[6] HILSDORF, W.; MATTOS, C.; MACIEL, L. O. Principles of sustainability and practices in the heavy-duty vehicle industry: A study of multiple cases. Journal of cleaner production, v. 141, p. 1231-1239, 2017.

[7] HUACCHO et al. The maturity of supply chain sustainability disclosure from a continuous improvement perspective. International Journal of Productivity and Performance Management, 2013.

[8] HYNDS, E.J. et al.. A Maturity Model for Sustainability in New Product Development. Res. Technol. Manag. 2014, 57, 50–57.

[9] KURNIA, S.; RAHIM, M.M.; SAMSON, D.; SINGH, P. Sustainable supply chain management capability maturity: Framework development and initial evaluation. In Proceedings of the 22nd European Conference on Information Systems, ECIS, Tel Aviv, Israel, 9–11 June 2014;

[10] MONTGOMERY, D. C. Introdução ao controle estatístico da qualidade. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 513p.

[11] PIGOSSO, D.; ROZENFELD, H.; MCALOONE, T. C. Ecodesign maturity model: a management framework to support ecodesign implementation into manufacturing companies. Journal of Cleaner Production, v. 59, p. 160-173, 2013.

[12] REEFKE, H.; AHMED, M. D.; SUNDARAM, D. Sustainable supply chain management—Decision making and support: The SSCM maturity model and system. Global Business Review, v. 15, n. 4_suppl, p. 1S-12S, 2014.

[13] SRAI, J., S.; ALINAGHIAN, L.S.; KIRKWOOD, D. A. Understanding sustainable supply network capabilities of multinationals: A capability maturity model approach. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, v. 227, n. 4, p. 595-615, 2013.

[14] UMPFENBACH, E. L. et al. Promoting sustainability of automotive products through strategic assortment planning. European Journal of Operational Research, v. 269, n. 1, p. 272-285, 2018.

[15] VILLENA, V. H.; GIOIA, D. A. On the riskiness of lower-tier suppliers: Managing sustainability in supply networks. Journal of Operations Management, v. 64, p. 65-87, 2018.

Capítulo 7

Aplicação de modelo GARMA para produção industrial brasileira

Guilherme da Silva Machado
Cleber Bisognin
Vanessa Siqueira Peres da Silva
Daniela Regina Klein
Michael Gonçalves da Silva

Resumo: O objetivo deste trabalho é o estudo dos modelos autorregressivos de média móvel generalizados, denotados por modelos GARMA. Os modelos GARMA foram propostos por Benjamin, Rigby e Stasinopoulos (2003). Tais modelos são baseados em distribuições que pertencem a família exponencial regular, da mesma forma que os modelos lineares generalizados. Este trabalho baseia-se na distribuição normal. A estimação dos parâmetros dos modelos GARMA é realizada via método da máxima verossimilhança. Para a análise do estimador dos parâmetros foram realizadas simulações de Monte Carlo, onde foram avaliados a média, o viés, o Viés Relativo (VR), o Desvio Padrão (DP), o Erro Quadrático Médio (EQM), Assimetria (CA), Curtose (K), e para a avaliação dos intervalos de confiança foram utilizadas as taxas de coberturas. Como ilustração foi realizada uma aplicação a produção industrial brasileira de janeiro de 2014 a março de 2021.

Palavras-Chave: Modelos autorregressivos, previsão, séries temporais, simulações de Monte Carlo.

1. INTRODUÇÃO

A Estatística é uma ciência dedicada a estudar os mais diversos tipos de dados, incluindo dados com dependência temporal (autocorrelação). Tais dados são denominados séries temporais e são definidas por observações realizadas ao longo do tempo e estão presentes nas mais diversas áreas, como: epidemiologia, finanças, econometria, meteorologia, ciências sociais, física, geofísica, medicina, entre outras (CASCONE, 2011).

Para o estudo de séries temporais foram propostos os modelos de suavização exponencial e os modelos da metodologia de Box e Jenkins (BOX et al., 2008). Dentre estes modelos destacam-se também os modelos autorregressivo e de médias móveis (ARMA), utilizados para séries estacionárias. Para a séries temporais com não estacionária (raiz unitária) pode-se utilizar os modelos autorregressivos integrados de médias móveis (ARIMA). Nos casos em que a série temporal em análise apresenta sazonalidade estocástica sua modelagem é realizada utilizando-se os modelos autorregressivos integrados de médias móveis sazonais (SARIMA).

Para o estudo de dados que não apresentam autocorrelação, foram propostos os modelos de regressão linear normal e os modelos lineares generalizados (MLG). Os MLG's foram introduzidos por Nelder e Wedderburn (1972) e são uma extensão do modelo de regressão linear normal, onde a distribuição dos dados pertença a família exponencial regular e cuja variável resposta esteja relacionada linearmente às covariáveis por meio de uma função de ligação.

Pensando na análise de séries temporais relacionadas linearmente há covariáveis Benjamin, Rigby e Stasinopoulos (2003) propuseram os modelos Generalizados Autorregressivos de Médias Móveis (GARMA). Os modelos GARMA são uma extensão dos Modelos Lineares Generalizados (MLG's), de McCullagh e Nelder (1989), e dos modelos autorregressivo e de médias móveis (ARMA). Como suposição é essencial que a distribuição da série temporal pertença a família exponencial regular (PHILIPPSEN, 2011).

O objetivo deste trabalho é o estudo dos modelos autorregressivos de média móvel generalizados, denotados por modelos GARMA, mais especificamente os modelos GARMA com distribuição normal.

2. METODOLOGIA

2.1. MODELO AUTOREGRESSIVO MÉDIA MÓVEL GENERALIZADO (GARMA)

O modelo GARMA, proposto por Benjamin, Rigby e Stasinopoulos (2003), é uma extensão dos Modelos Lineares Generalizados para variáveis resposta que, condicionais a informações anteriores $\mathbf{H}_t = \{\mathbf{x}_t, \ldots, \mathbf{x}_1, y_{t-1}, \ldots, y_1, \mu_{t-1}, \ldots, \mu_1\}$, possuem distribuições pertencentes à família exponencial

$$f(y_t \mid \mathbf{H}_t) = \exp\left\{\frac{y_t \vartheta_t - b(\vartheta_t)}{\varphi} + d(y_t, \varphi)\right\}, \quad (1)$$

em que ϑ_t e φ são os parâmetros canônico e de dispersão, respectivamente. As funções $b(\cdot)$ e $d(\cdot)$ definem uma família exponencial específica e $\mathbf{x}$ é uma matriz com r variáveis explicativas.

Como nos MLG's, a média condicional do processo μ_t está relacionada com o preditor η_t por uma função de ligação $g(\cdot)$ monótona e duas vezes diferenciável.

De acordo com Benjamin, Rigby e Stasinopoulos (2003), nos modelos GARMA será incluído um componente adicional, chamado τ_t, que indica a parte relativa aos termos autorregressivos e de médias móveis, além de acrescentar no preditor valores passados das variáveis explicativas presentes no modelo. Dessa forma, podemos escrever:

$$g(\mu_t) = \eta_t = \mathbf{x}_t' \boldsymbol{\beta} + \tau_t \quad , \qquad t = 1, \ldots, n \, , \quad (2)$$

$$\text{em que } \tau_t = \sum_{j=1}^{p} \phi_j A(y_{t-j}, \mathbf{x}_{t-j}, \boldsymbol{\beta}) + \sum_{j=1}^{q} \theta_j M(y_{t-j}, \mu_{t-j}) \, , \quad (3)$$

com A e M funções que representam os termos autorregressivos e de médias móveis, respectivamente, com $\boldsymbol{\phi}' = (\phi_1, \ldots, \phi_p)$ e $\boldsymbol{\theta}' = (\theta_1, \ldots, \theta_q)$ os vetores de parâmetros autorregressivos e de médias móveis, respectivamente. Os termos relacionados a parte média móvel M podem se o resíduo *deviance,* resíduo de Pearson ou como segue, resíduos na escala do preditor $g(y_t) - \eta_t$.

Segundo Benjamin, Rigby e Stasinopoulos (2003), o modelo apresentado na equação (3) é muito geral e pode ser reescrito para uma forma mais simples. Assim, o preditor linear pode ser escrito como:

$$\mathrm{g}(\mu_t) = \eta_t = \mathbf{x}_t' \boldsymbol{\beta} + \sum_{j=1}^{p} \phi_j \left\{ g(y_{t-j}) - \mathbf{x}_{t-j}' \boldsymbol{\beta} \right\} + \sum_{j=1}^{q} \theta_j \left\{ g(y_{t-j}) - \eta_{t-j} \right\} . \quad (4)$$

Portanto, o modelo GARMA (p,q) fica definido pelas equações (1) e (4) descritas acima.

Para o modelo GARMA Normal, a função densidade de probabilidade condicional de y_t dado $\mathbf{H}_t$ é Normal, ou seja, $y_t \mid \mathbf{H}_t$ possui distribuição Normal (μ_t, σ^2) dada por

$$f(y_t \mid \mathbf{H}_t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[\frac{-1}{2\sigma^2} \left(y_t - \mu_t \right)^2 \right], \quad t = 1, \ldots, n \, , \quad (6)$$

que pode ser reescrita por

$$f(y_t \mid \mathbf{H}_t) = \exp\left[\frac{1}{\sigma^2} \left(y_t \, \mu_t - \frac{\mu_t^{\,2}}{2} \right) - \frac{1}{2} \log(2\pi\sigma^2) - \frac{y_t^{\,2}}{2\sigma^2} \right], \quad (7)$$

e utilizando a notação de família exponencial tem-se:

$$\theta_t = \mu_t \, ; \, \varphi = \sigma^2 ; \; b(\theta_t) = \frac{\theta_t^{\,2}}{2} = \frac{\mu_t^{\,2}}{2} \qquad \text{e } c(y_t, \varphi) = -\frac{1}{2} \left[\frac{y_t^2}{\sigma^2} + \log(2\pi\sigma^2) \right].$$

Portanto, a distribuição Normal pertence à família exponencial de distribuições com média $E(y_t \mid \mathbf{H}_t) = b'(\theta_t) = \mu_t$ e $Var(y_t \mid \mathbf{H}_t) = \varphi b''(\theta_t) = \varphi = \sigma^2$.

A função identidade foi utilizada como função de ligação. Assim,

$$\mu_t = \eta_t = \mathbf{x}_t' \boldsymbol{\beta} + \sum_{j=1}^{p} \phi_j \left(y_{t-j} - \mathbf{x}_{t-j}' \boldsymbol{\beta} \right) + \sum_{j=1}^{q} \theta_j \left(y_{t-j} - \eta_{t-j} \right). \quad (8)$$

2.2. ESTIMAÇÃO NO MODELO GARMA

Seja $\mathbf{y}=\{y_t\}_{t=1}^{n}$ uma série temporal do modelo GARMA Normal dado pela Equação (6) e (8). Seja $\gamma=(\boldsymbol{\beta}', \boldsymbol{\phi}', \boldsymbol{\theta}')$ o vetor de parâmetros do modelo, onde $\boldsymbol{\beta}=(\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_r)'$, $\boldsymbol{\phi}'=(\phi_1, \ldots, \phi_p)$ e $\boldsymbol{\theta}'=(\theta_1, \ldots, \theta_q)$.. Para a estimação dos parâmetros considera-se a função de log-verossimilhança condicionada as primeiras $k=\max(p,q)$ observações dadas por:

$$l(\gamma; y_t)=\sum_{t=k+1}^{n} l_t(\boldsymbol{\beta}', \boldsymbol{\phi}', \boldsymbol{\theta}'; y_t)=\frac{1}{\sigma^2}\sum_{t=k+1}^{n}\left(y_t\mu_t-\frac{\mu_t^2}{2}\right)+\sum_{t=k+1}^{n}\left[-\frac{1}{2}\log(2\pi\sigma^2)-\frac{y_t^2}{2\sigma^2}\right], \quad (9)$$

em que

$$\mu_t=\eta_t=\mathbf{x}_t'\boldsymbol{\beta}+\sum_{j=1}^{p}\phi_j(y_{t-j}-\mathbf{x}_{t-j}'\boldsymbol{\beta})+\sum_{j=1}^{q}\theta_j(y_{t-j}-\eta_{t-j}).$$

Devido à complexidade da equação log-verossimilhança e das suas derivadas em relação aos parâmetros, não é possível encontrar os estimadores de máxima verossimilhança de forma fechada. Assim, para maximizar a função de log-verossimilhança foi utilizada a função *garmaFit,* da biblioteca *gamlss.util* (STASINOPOULOS et al., 2013) do software R (R CORE TEAM, 2021).

A estimação do vetor de parâmetros $\gamma=(\boldsymbol{\beta}', \boldsymbol{\phi}', \boldsymbol{\theta}')$ do modelo proposto será realizada através do Método de Máxima Verossimilhança (MMV), dados por

$$\hat{\gamma}=\arg\max_{\gamma\in\Theta}\{l(\gamma)\},$$

em que $\gamma\subseteq\{(0,\infty)\times\mathbb{R}^m\}$, onde $m=p+q+r+1$ é o espaço de parâmetros.

Sob condições de regularidade usuais, segundo Benjamin, Rigby e Stasinopoulos (2003), o estimador de máxima verossimilhança (EMV) de $\gamma=(\boldsymbol{\beta}', \boldsymbol{\phi}', \boldsymbol{\theta}')$, denotado por $\hat{\gamma}=(\hat{\boldsymbol{\beta}}', \hat{\boldsymbol{\phi}}', \hat{\boldsymbol{\theta}}')$, são consistentes, tendo distribuição aproximadamente normal multivariada de ordem $m=p+q+r+1$, com

$$\hat{\gamma}\overset{a}{\sim}\boldsymbol{N}_m\left(\gamma, \boldsymbol{K}^{-1}(\gamma)\right),$$

em que $\boldsymbol{K}^{-1}(\gamma)$ é a inversa da matriz de Informação de Fisher e $\overset{a}{\sim}$ significa distribuição assintótica. Também apresentam a média e a variância do estimador EMV quando a função link é a identidade.

Seja $\mathbf{y}=\{y_t\}_{t=1}^{n}$ uma série temporal do modelo GARMA Normal dado pela equação (6) e (8). A média marginal de y_t, com função de ligação $g(\cdot)$ a função identidade, é dada por $E(y_t)=\mathbf{x}_t'\boldsymbol{\beta}$ contando que $\boldsymbol{\Phi}(B)$ (conforme definido a seguir) seja invertível. A média marginal é estacionária, desde que $\mathbf{x}_t'\boldsymbol{\beta}=\beta_0$ para todo t. A variância marginal de y_t com função de ligação $g(\cdot)$ a função identidade, é dada por $V(y_t)=\varphi E\left[\Psi^{(2)}(B)\nu(\mu_t)\right]$, em que $\Psi^{(2)}(B)=1+\psi_1^2B+\psi_2^2B+\ldots$ e

$\Psi(B)=\boldsymbol{\Phi}(B)^{-1}\Theta(B)=1+\psi_1 B+\psi_2 B^2+\ldots$ (assumindo que $\boldsymbol{\Phi}(B)$ é invertível), $\boldsymbol{\Phi}(B)=1-\phi_1 B-\ldots-\phi_p B^p$, e $\Theta(B)=1+\theta_1 B+\ldots+\theta_q B^q$.

2.3. PREVISÃO NO MODELO GARMA

Um dos objetivos do estudo das séries temporais é fazer previsões, prever valores futuros da série com base em valores anteriores da mesma, isto é, dado um modelo ajustado pode-se prever um valor futuro y_{t+h}, $h>1$, supondo que as observações $y_1,\ldots,y_{t-2},y_{t-1},y_t$ são conhecidas.

Todas as componentes do preditor linear dos modelos GARMA são conhecidas, assim, a previsão é feita de forma simplificada usando o preditor. Logo, a previsão h passos à frente é dada por

$$\hat{y}_{t+h}=E_t(y_{t+h})=\hat{\mu}_{t+h}=\hat{\eta}_{t+h}=\mathbf{x}'_{t+h}\hat{\boldsymbol{\beta}}+\sum_{j=1}^{p}\hat{\phi}_j\,(y_{t+h-j}-\mathbf{x}'_{t+h-j}\hat{\boldsymbol{\beta}})\;+\;\sum_{j=1}^{q}\hat{\theta}_j\,(y_{t+h-j}-\hat{\eta}_{t+h-j}). \quad (12)$$

3. ESTUDO DE SIMULAÇÃO

As simulações de Monte Carlo avaliam o desempenho dos estimadores dos parâmetros do modelo de regressão GARMA Normal. Foram utilizadas 10.000 replicações de Monte Carlo, dois tamanhos de amostras, $n\in\{100,200\}$. As medidas de desempenho para avaliação dos estimadores pelo Método de Máxima Verossimilhança utilizadas foram: a média, o viés, o viés relativo (VR), o desvio padrão (DP), o erro quadrático médio (EQM), assimetria (CA), curtose (K), e para a avaliação dos intervalos de confiança foram utilizadas as taxas de coberturas com coeficiente de confiança de 90% e 95%.

Consideramos dois cenários com os seguintes valores de parâmetros: (i) Cenário 1: $\boldsymbol{\beta}=(2,0;0,5;2,0)$, $\phi_1=0,8$ e $\sigma^2=1,0$; e (ii) Cenário 2: $\phi_1=0,4$, $\sigma^2=1,0$ e $\boldsymbol{\beta}=(2,0;0,6;0,4;-0,8;-0,3;1,2;0,8)$. Em ambos os cenários, as covariáveis foram geradas independentemente com distribuição uniforme, $U(0,1)$, e mantidas constantes durante todas as replicações de Monte Carlo. Todas as simulações foram realizadas usando o software R (R CORE TEAM, 2021). A geração das amostras do modelo GARMA foi realizada utilizando a função *garsim* (*gsarima*) e a estimação dos parâmetros utilizando a função *garmaFit* (*gamlss.util*).

A Tabela 1 apresenta os resultados das simulações do Cenário 1 e a Tabela 2 os das simulações do Cenário 2, onde, os resultados encontrados são bem satisfatórios, as simulações apresentam o vetor de parâmetros $\boldsymbol{\beta}$ muito próximos aos valores verdadeiros e sem muita variabilidade. Na Tabela 1 com o aumento do tamanho amostral, o Viés, o VR, o DP e o EQM, estão se aproximando cada vez mais de zero, sendo um indício que os EMV para o vetor de parâmetros $\boldsymbol{\beta}$ são assintoticamente não viesados e consistentes.

Considerando a Tabela 1, podemos perceber que a média do estimador ϕ_1, está do valor fixado para esse parâmetro nas amostras de tamanho $n=100$ e $n=200$. Já na Tabela 2 podemos notar que ele está próximo.

Tabela 1: Resultados da simulação de Monte Carlo considerando o modelo GARMA Normal, onde $\boldsymbol{\beta} = (2,0; 0,5; 2,0)$, $\phi_1 = 0,8$, $\sigma^2 = 1,0$ e $n \in \{100, 200\}$ – Cenário 1

Parâmetros	$n=100$					$n=200$				
	β_0	β_1	β_2	ϕ_1	σ^2	β_0	β_1	β_2	ϕ_1	σ^2
Média	1,9951	0,4994	2,0036	0,7691	0,9771	1,9984	0,4994	1,9992	0,7848	0,9886
Viés	-0,0049	-0,0006	0,0036	-0,0309	-0,0229	-0,0016	-0,0006	-0,0008	-0,0152	-0,0114
VR	-0,9394	-0,725	1,317	-45,4931	-32,6105	-0,4266	-1,0577	-0,3913	-33,6202	-22,9567
DP	0,5218	0,0819	0,2698	0,0679	0,0703	0,3725	0,0566	0,2019	0,0452	0,0497
EQM	0,2723	0,0067	0,0728	0,0056	0,0055	0,1387	0,0032	0,0408	0,0023	0,0026
CA	0,0011	-0,0074	0,0001	-0,7357	0,0455	0,0144	0,0427	0,0094	-0,4932	0,0034
K	2,9754	2,9388	2,9408	3,7424	3,1095	2,9897	3,0038	2,9691	3,3076	3,0171
TC (90%)	0,8425	0,8977	0,8895	0,8802	0,8639	0,8675	0,9023	0,8983	0,8914	0,8807
TC (95%)	0,8983	0,9478	0,9413	0,9364	0,9153	0,9238	0,9489	0,9477	0,9414	0,9329

VR: o viés relativo; DP: o desvio padrão; EQM: o erro quadrático médio; CA: assimetria; K: curtose; TC: taxa de cobertura coeficiente de confiança; β_0, β_1, β_2, ϕ_1, σ^2: parâmetros do modelo GARMA Normal.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

Na Tabela 2, percebemos o mesmo comportamento dos estimadores de ϕ_1 e σ^2 os estimadores se aproximam do verdadeiro valor observamos também que o viés, o DP e o EQM, estão aproximando-se cada vez mais de zero conforme o tamanho amostral aumenta, onde temos indicativos que os EMV para ϕ_1 e σ^2 são assintoticamente não viesados.

Observamos também nos dois cenários, que o CA e a K para todos os estimadores são próximos de 0 e 3, respectivamente. Além disso, os valores TC (90%) e TC (95%) nos dois cenários ficaram próximos do nível de confiança adotado. Indicando que os intervalos de confiança assintomáticos apresentam um bom desempenho.

4. APLICAÇÃO

Os dados da série histórica dos indicadores da produtividade industrial brasileira são oriundos da Confederação Nacional das Indústrias - CNI, no período de janeiro de 2014 a março de 2021. Foram obtidos dados mensais sobre a Emprego Industrial ($\boldsymbol{x}_1$), Exportações de Manufaturados ($\boldsymbol{x}_2$), Índice da Evolução do Emprego Industrial ($\boldsymbol{x}_3$), Índice de Intenção de Investimento ($\boldsymbol{x}_4$), Índice de Utilização da Capacidade Instalada ($\boldsymbol{x}_5$) e sazonalidade ($\boldsymbol{x}_6$). Tal escolha, diz respeito ao poder explicativo que tais variáveis assumem quando analisamos o comportamento temporal da produção de manufaturas.

O desenvolvimento da atividade produtiva industrial é um processo dinâmico. Transformações sociais, mudanças tecnológicas e a expansão dos mercados são alguns pontos de pautas que explicam as razões que explicam a dinâmica do sistema produtivo. Dadas as transformações, alguns autores advogam com a necessidade de se modernizar os critérios de classificação setorial da atividade produtiva para além dos nexos de complementariedade, da natureza da atividade econômica e da base de fatores mobilizados no processo produtivo (GROEN e WALSH, 2013; POTTS et al., 2008).

Chenery (1960), afirma que a contribuição do crescimento da indústria para a economia como um todo pode ser analisada a luz de alguns fatores gerais que causam o aumento da participação da indústria, são eles: (1) a substituição de importações por produção interna; (2) crescimento no uso final de produtos industriais; e (3) crescimento da demanda intermediária decorrente de (1) e (2). Pode-se, assim, encontrar similaridades nos níveis de produção para três grupos de indústria, classificados de acordo com a natureza da demanda de seus produtos, como 'bens de investimento e produtos relacionados', 'bens intermediários' e 'bens de consumo'. Implica também inúmeras mudanças na estrutura econômica: (1) aumento na importância relativa da indústria; (2) mudanças na composição da

produção industrial; e (3) mudanças nas técnicas de produção e fontes de oferta de commodities individuais (CHENERY, 1960).

Tabela 2: Resultados da simulação de Monte Carlo considerando o modelo GARMA Normal, onde $\boldsymbol{\beta} = (2,0; 0,6; 0,4; -0,8; -0,3; 1,2; 0,8)$, $\phi_1 = 0,4$, $\sigma^2 = 1,0$ e $n \in \{100, 200\}$ – Cenário 2

Parâmetros	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	ϕ_1	σ^2
	$n=100$								
Média	1,9981	0,5927	0,3990	-0,7973	-0,3015	1,2103	0,7988	0,3945	0,9560
Viés	-0,0019	-0,0073	-0,0010	0,0027	-0,0015	0,0103	-0,0012	-0,0055	-0,0440
VR	-0,4261	-1,9958	-0,3281	0,7427	-0,4494	2,8172	-0,3509	-5,5162	-61,5449
DP	0,4480	0,3642	0,3198	0,3608	0,3308	0,3640	0,3286	0,0991	0,0714
EQM	0,2007	0,1327	0,1023	0,1302	0,1094	0,1326	0,1080	0,0098	0,0070
CA	0,0219	0,0099	-0,0248	0,0294	0,0117	-0,0114	-0,0257	-0,3406	0,0646
K	2,9690	3,0255	2,9826	3,0155	2,9103	3,0094	2,9992	3,1587	3,0352
TC(90%)	0,8802	0,8725	0,8792	0,8761	0,8850	0,8831	0,8750	0,8841	0,7915
TC(95%)	0,9374	0,9291	0,9342	0,9314	0,9383	0,9348	0,9321	0,9400	0,8631
	$n=200$								
Média	2,0036	0,5962	0,3952	-0,7978	-0,3022	1,2015	0,7990	0,3960	0,9787
Viés	0,0036	-0,0038	-0,0048	0,0022	-0,0022	0,0015	-0,0010	-0,0040	-0,0213
VR	1,1221	-1,5754	-1,8929	0,9617	-0,9855	0,6630	-0,4192	-5,9744	-42,228
DP	0,3197	0,2398	0,2546	0,2248	0,2239	0,2213	0,2315	0,0674	0,0503
EQM	0,1022	0,0575	0,0649	0,0505	0,0502	0,0490	0,0536	0,0046	0,0030
CA	-0,0135	-0,0168	0,0168	-0,0072	0,0488	0,0249	-0,0259	-0,1903	0,0250
K	2,9269	2,9294	3,0443	2,9825	3,0478	3,0062	3,0547	3,0557	2,9193
TC(90%)	0,8914	0,8975	0,8892	0,8968	0,8905	0,8932	0,8875	0,8919	0,8458
TC(95%)	0,9414	0,9490	0,9437	0,9456	0,9435	0,9428	0,9440	0,9417	0,9034

VR: o viés relativo; DP: o desvio padrão; EQM: o erro quadrático médio; CA: assimetria; K: curtose; TC: taxa de cobertura coeficiente de confiança; β_0, β_1, β_2, β_3, β_4, β_5, β_6, ϕ_1, σ^2: parâmetros do modelo GARMA Normal.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

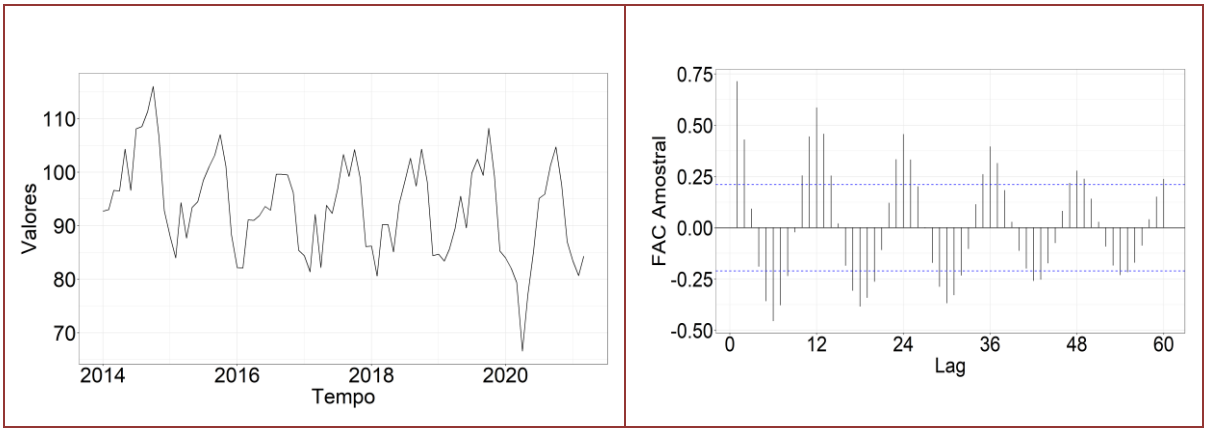
A utilização eficiente de tecnologias alinhadas com um conjunto de investimentos produtivos combinada à expansão da participação pública nos gastos com infraestrutura, somadas a um conjunto de políticas econômicas (fiscal, monetária e cambial) são fundamentais para o crescimento da indústria e do produto interno bruto. O desenvolvimento de setores podem ser uma alavanca para o crescimento do PIB e para a geração de mais empregos, com impacto positivo também sobre a qualidade do trabalho (GADELHA et al., 2012).

O trabalho de Campos e Ruiz (2009) foi utilizado como referência metodológica para os padrões setoriais de inovação na indústria brasileira, compatíveis com a utilização de taxonomias, assim como os indicadores de inovação e de imitação de produto e de processo. De forma análoga a este estudo, é possível obter o foco da estratégia tecnológica de cada setor. Para o Brasil, a partir dos dados da PINTEC relativos à proporção de empresas que considera de alto impacto a introdução de inovações para melhoria da qualidade dos produtos ou redução dos custos de produção.

Na Figura 1a, a série temporal mostra o comportamento mensal da produção industrial brasileira de janeiro de 2014 a março de 2021, nota-se um pico de produção mais elevado no ano de 2015 ultrapassando 110, e em 2020 houve uma queda considerável com produção abaixo de 70. Assim, FAC Amostral (Figura 1b) possui uma correlação que oscila entre positiva e negativa sempre nessa ordem, e também vários *lags* fora do intervalo de confiança (IC).

Figura 1: Produção Industrial Brasileira – Período: janeiro de 2014 a março de 2021 - (a) Série Temporal; (b) Função de Autocorrelação Amostral

(a) (b)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

A Figura 2 mostra os gráficos de dispersão entre a variável resposta (produção industrial brasileira) e as covariáveis que serão utilizadas no ajuste do modelo GARMA. A covariável sazonalidade foi obtida através da função *decompose* (*ststs*) a qual decompõe uma série temporal em tendência, sazonalidade e erro. Na série temporal da produção industrial brasileira considerou-se a sazonalidade aditiva.

Na Tabela 3, temos os resultados do ajuste do modelo GARMA Normal na série temporal para a produção industrial brasileira. O modelo ajustado apresentou AIC de 381,85, o teste da Normalidade de Shapiro-Wilk apresentou p-valor de 0,5746 para a série temporal produção industrial brasileira, e p-valor de 0,5742 para os resíduos do modelo GARMA Normal, e o teste de Box-Pierce, para os resíduos do modelo ajustado, apresentou p-valor de 0,8747 com 10 de graus de liberdade.

Tabela 3 - Resultado do ajuste do modelo GARMA, a série temporal da Produção Industrial Brasileira

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	t calculado	p-valor
β_0	23,4920	12,4939	1,8803	0,0601
β_1	0,5898	0,0697	8,4576	0,0000
β_2	0,3733	0,0998	3,7404	0,0002
β_3	-0,8546	0,2950	-2,8970	0,0038
β_4	-0,3167	0,0916	-3,4592	0,0005
β_5	1,1885	0,1617	7,3487	0,0000
β_6	0,8430	0,0441	19,1013	0,0000
ϕ_1	0,4109	0,1142	3,5968	0,0003
σ^2	2,0067	0,1530	13,1149	0,0000

Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

A Figura 3 apresenta a análise de resíduo do modelo GARMA Normal ajustado a série temporal da produção industrial brasileira. O gráfico do resíduo versus índice estão aleatoriamente dispersos em torno de zero, indicando que a variâncias é constante, ou seja, o resíduo é homocedásticos. Os gráficos dos quantis amostrais versus quantis teóricos e da densidade dos resíduos mostram que os resíduos são normais, corroborando com o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Analisando a função de

autocorrelação amostral, além do resultado do teste de Box-Pierce concluímos que os resíduos são não correlacionados. Portanto, todos os efeitos foram capturados pelo modelo GARMA.

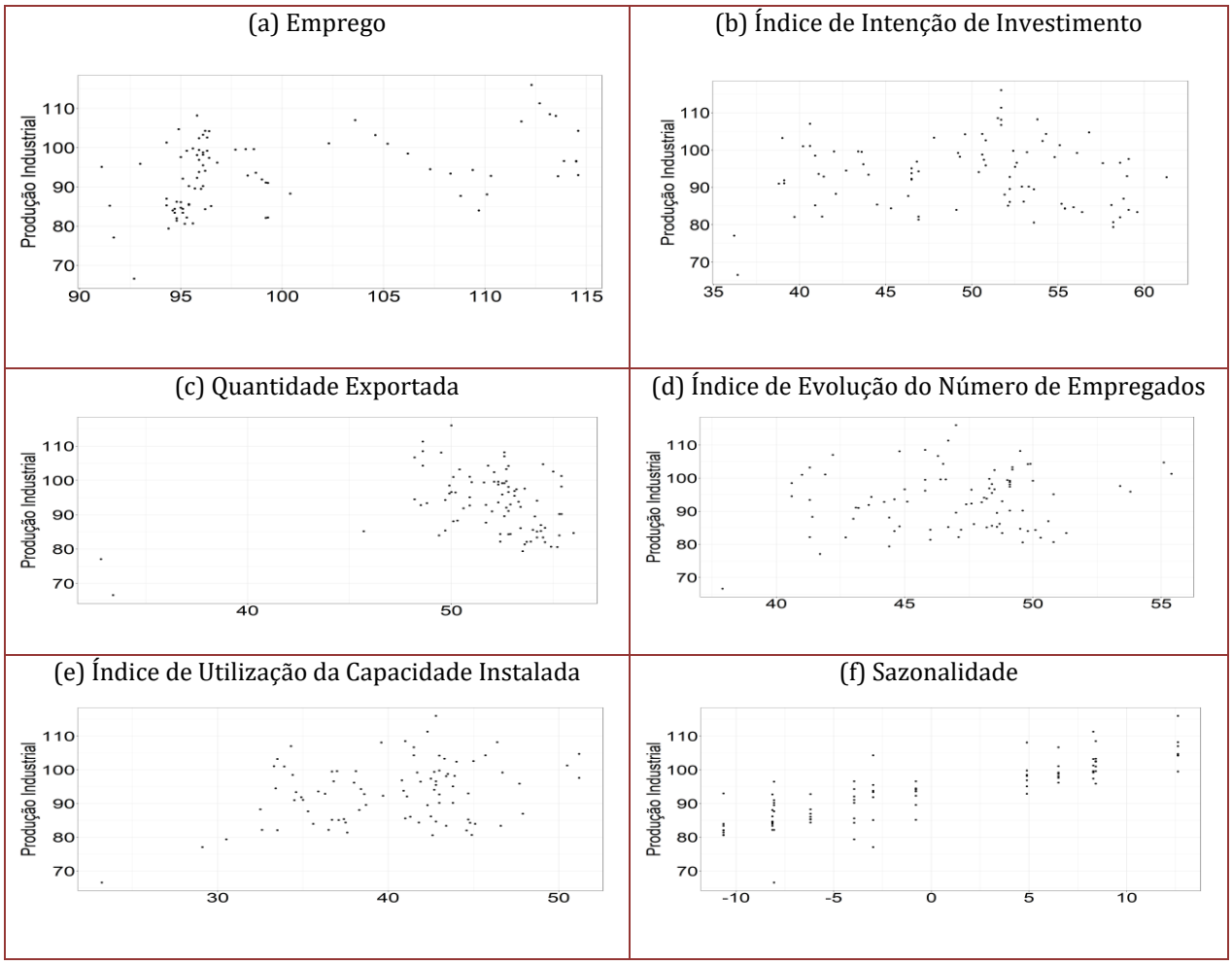
A Figura 4, mostra o gráfico da predição para a produção industrial brasileira de janeiro de 2014 a março de 2021. A predição do modelo GARMA Normal está bem ajustada a série original de dados.

5. CONCLUSÃO

No presente trabalho apresentamos os modelos GARMA normal: definição, estimação dos parâmetros via Método da Máxima Verossimilhança, distribuição dos estimadores, previsão e aplicação a série temporal da Produção Industrial Brasileira no período de janeiro de 2014 a março de 2021.

Foram realizadas simulações de Monte Carlo para avaliarmos as propriedades dos estimadores de máxima verossimilhança. Analisando os resultados das simulações percebe-se que quando o tamanho amostral aumenta as estimativas dos parâmetros aproximam-se dos verdadeiros valores, ou seja, o viés diminui. O mesmo acontece com o viés relativo, o desvio padrão e o erro quadrático médio, indicando que os estimadores dos parâmetros do modelo são assintoticamente não viesados e consistentes.

Figura 2: Gráficos de Dispersão entre a Produção Industrial e as covariáveis aplicadas no modelo GARMA Normal

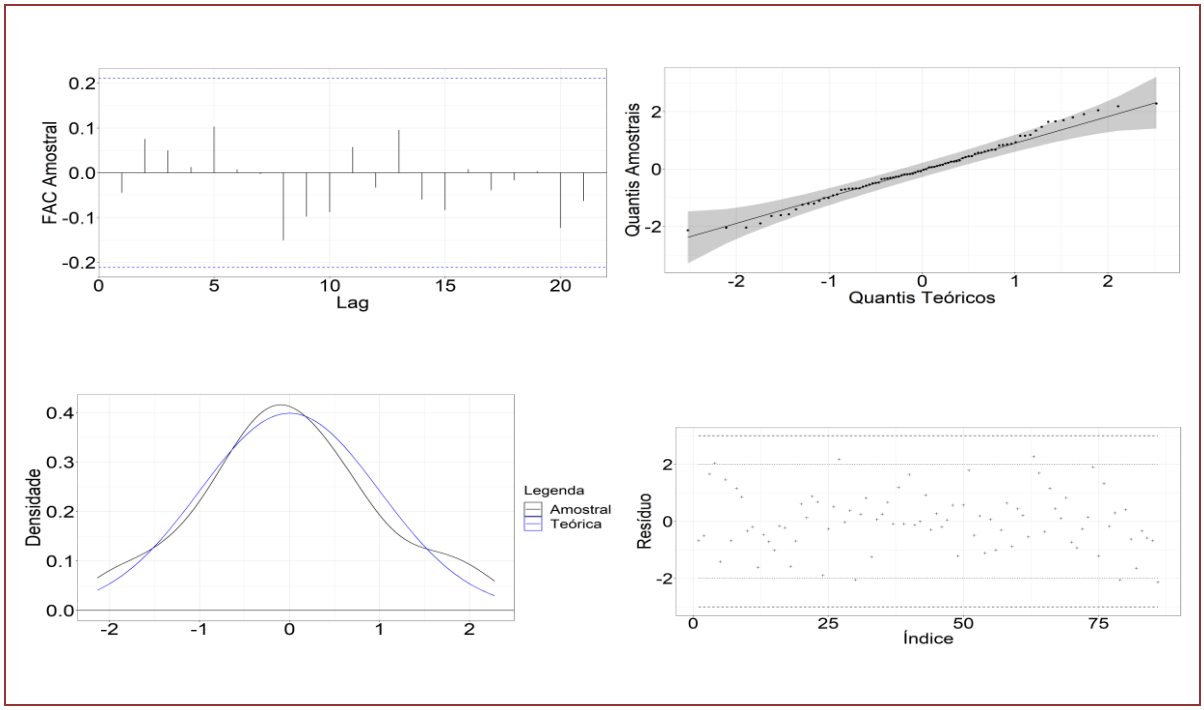


Fonte: Elaborado pelos Autores (2021)

Os valores dos coeficientes de assimetria e curtose, aproximam-se de 0 e 3, respectivamente, indicando a normalidade assintótica dos estimadores de máxima verossimilhança.

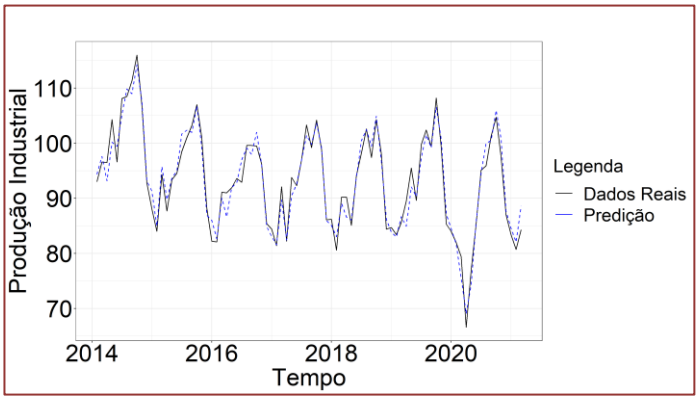
Foi realizada uma aplicação à série temporal real da Produção Industrial Brasileira no período de janeiro de 2014 a março de 2021. O modelo ajustado foi um $\mathrm{GARMA}(p,q)$, em que $p=1$ e $q=0$, com as covariáveis: Emprego (x_1), Quantidade Exportada (x_2), Índice de Evolução do Número de Empregados (x_3), Índice de Intenção de Investimento (x_4), Índice de Utilização da Capacidade Instalada (x_5) e sazonalidade (x_6). Foi realizada a análise de resíduo para verificar o bom ajuste do modelo e realizada a geração de previsões utilizando o modelo ajustado.

Figura 3: Análise de resíduo do modelo GARMA ajustado a série temporal da Produção Industrial Brasileira



Fonte: Elaborado pelos Autores (2021)

Figura 4 – Previsão do modelo GARMA normal para a série temporal da produção industrial brasileira



Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

REFERÊNCIAS

[1] BENJAMIN, M. A.; RIGBY, R. A.; STASINOPOULOS, D. M. Generalized autoregressive moving average models. Journal of the American Statistical association, v. 98, n. 461, p. 214-223, 2003.

[2] BOX, G.; JENKINS, G.; REINSEL, G. Time series analysis: forecasting and control. John Wiley, fourth edition, 2008.

[3] CAMPOS, B.; RUIZ, A. U. Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira. Revista Brasileira de Inovação, Campinas, SP, v. 8, n. 1, p. 167–210, 2009.

[4] CASCONE, M. H. Abordagem clássica e bayesiana para os modelos de séries temporais da família GARMA com aplicações para dados contínuos. 85 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos - SP, 2011.

[5] CHENERY, H. B. (1960). Patterns of industrial growth. The American Economic Review, 50, 624-654.

[6] CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDUSTRIA – CNI. Disponível em < http://www.portaldaindustria.com.br/cni/estatisticas/> Acesso em julho de 2021.

[7] GADELHA, C. A.; COSTA, L.; MALDONADO, J. O complexo econômico-industrial da saúde e a dimensão social e econômica do desenvolvimento, in: Revista de Saúde Pública, n. 46 (supl.). São Paulo: 2012.

[8] GROEN, A. J.; WALSH, S. T. Introduction to the field of creative enterprise. Technological Forecasting and Social Change, v. 80, n. 2, p. 187–190, 2013.

[9] LAWRENCE, M.; O'CONNOR, M; EDMUNDSON, B. A field study of sales forecasting accuracy and processes. European Journal of Operational Research, 122(1), 151-160, 2000.

[10] MCCULLAGH, P.; NELDER, J. Generalized Linear Models. Monographs on Statistics and Applied Probability. London: Chapman and Hall, second edition, 1989.

[11] PAWITAN, Y. In All Likelihood: Statistical Modelling and Inference Using Likelihood. Oxford Science Publications, Clarendon Press, Oxford, 2001.

[12] PHILIPPSEN, A. S. Abordagem Clássica e Bayesiana para os modelos de séries temporais da família GARMA com aplicações para dados de contagem. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Matemáticas e de Computação) – Universidade de São Paulo - USP, São Carlos - SP, 2011.

[13] POTTS, J. et al. Social network markets: A new definition of the creative industries. Journal of Cultural Economics, v. 32, n. 3, p. 167–185, 2008.

[14] R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. URL https://www.R-project.org/.

[15] STASINOPOULOS, M.; RIGBY, B.; EILERS, P.; STASINOPOULOS, M. M. Package gamlss.util, 2013.

Capítulo 8

Analyzing re-make versus buy decision in remanufacturing operations: issues and directions

Iara Tonissi Moroni Cutovoi

Summary: Remanufacturing is a process whereby value from old products is recovered by replacing and recovering used components to bring such products to a new or like-new state. Today, both original equipment manufacturers (OEMs) and third parties are engaged in remanufacturing activities .However, the supply chain sourcing in remanufacturing operations is more complex than traditional manufacturing due difficulty establishment of a sorting policy and the uncertainties associated with the quality, quantities and return timing of used products and components. The aim of this essay is analyzing how OEMs remanufacture can analyse the re- make versus buy decisions. The literature discussing the problem of planning that affect remanufacturing is the difficulty in obtaining products used cores suitable for reuse. The re-make and buy question has always been a concern of complex nature which represents a fundamental dilemma faced by many companies. In particular, under the transaction economic cost applied to remanufacturing can be an important aspect of the assessment, especially understanding of how theory showed that intellectual property, operational assets, and remanufacturing frequency, brand reputation, technological uncertainty, condition uncertainty, product complexity, and volume uncertainty. Finally, the article concludes by providing the insights obtained from the analysis and future study directions in this field.

Key Words: Remanufacture, Transaction Cost Economics and Uncertainty.

1. INTRODUCTION

Remanufacturing is an economical and eco-friendly activity because it recycles resources and saves energy. The remanufacturing industry has a significant effect on job creation because it is a labor-intensive industry, and remanufacturing provides opportunities to create new markets. Recently, because the changing environmental awareness, many countries have strengthened their environmental regulations and are encouraging remanufacturing activity (Kurilova-Palisaitiene, Sundin and Poksinska, 2018). However, one could question, whether all remanufacturing operations: Why does remanufacturing operations is more complex than traditional manufacturing? Thus, this essay assumes the objective of deepening the discussion on the traditionally, remanufacturing was dominated by small, independent, and privately owned third-party remanufacturers but a growing number of original equipment manufacturers (OEMs) are engaging in these activities due to the potential competitive gains (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010).

A daily question faced by managers is whether the right components and services will be available at the right time to ensure that production can occur and responsiveness. In fact, remanufacturing operations usually involves the difficulty in establishment of a sorting policy and the uncertainties associated with the quality, quantities and return timing of used products and components. A low visibility of the condition, or quality, of product returns increases the risk of delays from suppliers, and increases the costs of drafting the contract (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010). Therefore, one of the problems in the debates about the problem and difficulty of planning that affect remanufacturing is the difficulty in obtaining products used cores suitable for reuse (Govindan, Soleimani and Kannan, 2015). Product complexity creates a variety of transaction costs such as the coordination costs between design and disassembly and testing and remanufacturing (Guide Jr. and Wassenhove, 2003). Essentially, Transaction Cost Economics (TCE) argues that certain exchange characteristics increase transaction costs that can be remedied by different governance mechanisms withdifferent cost minimizing features (Williamson, 1985). Under the perspective a (TCE) by building from the extant remanufacturing research coupled with transaction cost economics (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010). This important aspect of remanufacturing operations has received limited attention in the literature. While OEM prevalence in remanufacturing is increasing, research examinations of OEMs engaged in remanufacturing have not kept pace resulting in several gaps. The proposal of this essay consists to investigate one knowledge gap relates to the re-make and buy question has always been a concern of complex nature which represents a fundamental dilemma faced by many companies in the supply chain sourcing in remanufacturing operations (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010). However, whilst taking advantage of this information is important, it should not be assumed that this data is always complete, available or accurate, particularly in the remanufacturing domain where information uncertainty can be commonplace (Goodall et al., 2015). As suggest by Sitcharangsie, Ijomah and Wong (2019) a holistic way of integrating different decisions over multiple remanufacturing activities is needed to improve remanufacturing outcomes, which is a major knowledge gap. The impact of condition variability on used product acquisition, sorting, and disposition decisions, areas identified by Guide et al. (2003) has received limited attention. This research presented here aimed at answering: How do OEMs remanufacture can analyse the re- make versus buy decisions?

This essay is structured as follows: In the next section, we specify the definitions of the terms of transaction costs economics and remanufacturing in this paper, with a comparison between these two popular conceptions. In Section 3, which is the core section of this paper, the discussion with detailed examples. Finally, in Section 4, provides the theoretical and managerial implications, and further research directions.

2. THEORETICAL FOUNDATIONS

Remanufacturing: Lind, Olsson and Sundin (2014) pointedout awareness among suppliers regarding the value of cores, something that remanufacturers need to increase. The remanufacturing seeks, through an industrial process, that the products used, return to their original specifications and conditions for the repair or replacement of parts, through the process of transformation of products not functional, removed or changed as good as new or "like-new" (Gray and Charter, 2008; Lund and Hauser, 2010). The products used and discarded that reach the remanufacturing process are called cores (Sundin, 2004). According Sitcharangsie, Ijomah andWong (2019) Material requirement planning (MRP) in remanufacturing is more complex than that of traditional manufacturing, in component

planning and scheduling are acquisition cost, purchasing cost, inventory cost, disposal cost, disassembly cost, recycle cost and set up cost. The decision- making should include incomplete disassembly, capacity constraint, adaptive sequence and fluctuating lead-time since these factors affect decision making in the real practice of remanufacturing. According to Östlin (2008) and practices in remanufacturing, the selection of EOL options can be made for remanufacturing activities. EOL options can be determined before and after disassembly, after cleaning, during and after reworking and during reassembly While the common EOL options considered are reuse, remanufacture, recycling and disposal, other EOL options mentioned in the literature include reconditioning, replacement, dismantling/disassembly, repair, salvage, incineration, resale and cannibalizing. Remanufacturing can be differentiated from repair and reconditioning in four key ways (Ijomah, 2009). Remanufactured products have warranties equal to that of new alternatives whilst repaired and reconditioned ones have inferior guarantees. Typically, with reconditioning the warranty applies to all major wearing parts, while for repair it applies only to the component that has been repaired. Remanufacturing generally involves greater work content than the other two processes and as a result, its products tend to have superior quality and performance. Remanufactured products lose their identity while repaired and reconditioned products retain theirs – because in remanufacturing all product components are assessed, and those that cannot be brought back at least to original performance specification are replaced with new components. Remanufacture may involve an upgrade of a used product beyond the original specification, which does not occur with repair and reconditioning (Ijomah, 2009).

In this perspective, remanufacture ability factors can be analyzing under a process perspective once consisting of technology availability, remanufacturing cost, reverse logistic chain. Bulmus, Zhu and Teunter (2014) pointed out the competition between an original equipment manufacturer (OEM) and a remanufacturing machine independent operation. Unlike existing literature, OEM and remanufacturing compete not only by selling their products, but also for the collection of cores through their purchase prices. Demand issues is important in this field, consist of market size or existence of demand, market channel, selling remanufactured products, using either the same channel as new or differentiated product, price of new and remanufactured products, green segment existence. The offer according acquisition price and source of return, whether limited or unlimited is relevant (Gan, Puarwan and Suparno, 2014). Ovchinnikov, Blass and Raz (2014) present an analytical and behavioral model that together incorporate the cannibalization to demand from multiple customer segments across the company's product line company. In the results, they show that remanufacturing often aligns with economic and environmental impacts ofcompanies, increasing profits and decreasing the total impact of environmental. It is possible to identify that, in some cases, the introduction of a product reconditioned means no changein the prices of new products and positioning within the product line, which implies cannibalization with demand and reducing the environmental impact. However, in other cases, the company was able to increase profits by lowering the prices of the new product and increasing sales in a cannibalization with negative demand. Further, product is important factor of manufacturability within innovation rate, residence time, which is the time that the product used is with the customer, residual value of the product, qualitative obsolescence, as an extension of the characteristics of the product (Gan, Puarwan and Suparno, 2014). Subramoniam,Huisingh and Chinnam (2010) pointed out valuable guidance to OEM suppliers to make strategic decisions on the remanufacturing of the products. Thus, it was possible to identify that remanufacturing collaborates strategic decisions and brings a deep reflection on care and factors selected tohelp automakers launch remanufactured products effectively and efficiently.

Remanufacturing under a Transaction Cost Economics (TCE) perspective: TCE posits that such hierarchies offer greater protection for specific assets and provide relatively efficient mechanisms for responding to change when coordinated adaptation is necessary. Drawing from this literature base coupled with CLSC literature, this study examine asset specificity, uncertainty, frequency, and complexity as transactional dimensions (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010; Williamson, 1985, 1998). The theory of transaction costs, in one of its international management applications, affirms that the cost of finding, negotiating with and monitoring local partners influences the decision on how to enter a foreign market. While transaction costs may occur ex ante (e.g., costs of drafting and negotiating contracts) or ex post (e.g., costs of monitoring and enforcing agreements)—thekey premise of TCE is the trade-offs between costs associated with various governing mechanisms. These costs initially arisebecause of the difficulties of estimating contingencies and the inability to define fair value

due to asymmetric information. After an entry decision has been made, the cost of monitoring the partner can also be high due to the distance, communication problems and the dearth of measurable results (Williamson, 1985). The core assumptions of TCE are based on human behavior and include bounded rationality and opportunism (Grover and Malhotra 2003). Williamson (1985) defines asset specificity as the transferability of the assets that support a given transaction. Product recovery requires investments (e.g., test-sort disassembly equipment, training programs) to capitalize on these assets. These assets involved in remanufacturing operations should be safeguarded and protected from relationship hazards with suppliers. TCE posits that there exists an organizational arrangement that minimizes overall costs of governing in light of protecting these assets (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010).

Operational assets: Remanufacturing operations often require specialized physical assets such as equipment, machinery, or facilities for testing, sorting, and processing product returns. The assets required for remanufacturing that cannot be used for any other purpose outside processing a specific type, or brand, of product return are considered specific investments. These assets, unless kept internal, expose the firm to hold-up risks with contractors or partners. Operational assets also refer to the transaction-specific. Specialized training required operators to disassemble and reassemble recovered products, diagnostic skills to identify failed parts, and the effects of learning by doing constitute transaction-specific investments inremanufacturing. As the level of skill specialization and learning-by-doing effect increases, the cost of market mechanism in supplying the labor increases. TCE proposes that hierarchical governance offers greater protection whencoordination is essential regarding specific assets (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010). Proposition 1: *Specificity of operational assets is positively related to the level of in-house remanufacturing.*

Brand reputation: Remanufacturing firms can be exposed to relationship hazards relative to its strategy assets. Brand-name capital specificity refers to investments in brand reputation. The OEM must control the quality and the reliability of remanufactured product to protect brand-name capital and, therefore, the need for coordination and monitoring is high (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010). Client acceptance is seen as a barrier, resulting in a large amount of academic work(Atasu, Sarvary and Van Wassenhove, 2008). Therefore, the origin of the country is related to the intensity with which these characteristics are manifested. The perception of inferior quality of remanufactured products, making the willingness to pay for them significantly smaller (Abbey and Guide Jr., 2017). According to Subramonian and Subramonyam (2012), in the remanufactured product market, it is important for sellers to build and communicate their reputation. Reputation mechanisms can provide signals about product or service quality and help mitigate the uncertainties faced by potential purchasers of remanufactured products.

Intellectual property: Another strategic asset is proprietary technology embedded in OEM products and processes. IP is an asset that is hard to transmit across organizational boundaries, and when transmitted it is subject to hazards of sharing and valuation. In remanufacturing, products containing high levels of proprietary technology are subject to hazards of exposure during disassembly (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010). Proposition 2: *IP is positively related to the level of in-house remanufacturing.*

Uncertainty: Uncertainty in the environment is an important dimension of TCE and as insignificant variable inremanufacturing operations. Environmental uncertainty refers to “unanticipated changes in circumstances of an exchange” and creates adaptation problems, as agreements must be modified as the circumstances of the exchange changes (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010).

Volume uncertainty: Volume uncertainty in remanufacturing is the inherent difficult in predicting the number of cores returned. From a TCE perspective, volume uncertainty causes the company to update contracts and causes high coordination and renegotiation costs. This uncertainty may cause suppliers to experience high production costs and excess capacity and OEMs can experience stock-outs, or excess inventory (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010).

Technological uncertainty: Technological uncertainty is the frequency of changes in product specification and the probability of technological improvements. When product specifications change frequently, or there are short product life cycles, technological uncertainty may pose a problem for remanufacturing, especially in the form of time value lost during remanufacturing operations. To avoid high levels of returned-product obsolescence, companies must have agile process and responsive disposition policies. From a TCE perspective, the difficulty in accurately forecasting new technical or design requirements for disassembly creates adaptation problems and incurs high renegotiation and coordination costs (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010).

Condition uncertainty: Condition uncertainty is defined as the variability in the quality of returned products. Assessing products prior to remanufacture is an important part of the remanufacturing process, ensuring that unsuitable cores are removed at an early stage to avoid unnecessary processing. Condition uncertainty affects the planning of materials and labor and causes capacity management problems in remanufacturing facilities. Variability in the condition (quality) of products increases the variance of the expected processing times and the condition of the returned product is variable in deciding optimal recovery action (Martin, Guide Jr.and Craighead, 2010).

Frequency: In the TCE context, frequency is their currencies of transactions (Williamson, 1985). In a remanufacturing context, frequency of remanufacturing is a function of the number of times a core can be remanufactured and the timing of returns. This results in the potential frequency of transactions between the OEM and its supplier. The utilization of remanufacturing machinery, equipment, and labor essentially depends on the timing of returns and the number of times a product can be remanufactured. When remanufacturing transactions are not frequent enough, firms may prefer to contract the operations rather than investing in fixed assets and incurring the operational costs of a rarely occurring transaction (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010). Proposition 3: *Frequency of remanufacturing is positively related to the level of in-house remanufacturing.*

Product Complexity: Product complexity creates a variety of transaction costs such as the coordination costs between design and disassembly and testing and remanufacturing (Guide Jr. and Wassenhove, 2003). Thus, for the purposes of positioning, in this essay, adopts Lund (1984) established seven criteria that determine if a product is suitable for remanufacturing: it is a durable good; is discarded; is standardized and its parts are interchangeable; has added value; the cost of product return is lower compared to value added; is technologically stable; and if the consumer is aware that there are remanufactured products. Questions regarding product price, product maturity, product design, product differentiation potential, increasingly influence product remanufacturing (Martin, Guide Jr. and Craighead, 2010). Proposition 4: *Complexity of the remanufactured products is positively related to the level of in-house remanufacturing.*

The following section explain discuss key remanufacturing re- make versus buy decision issues.

3. DISCUSSION

Martin, Guide Jr. and Craighead (2010) pointed out the building from the extant remanufacturing research coupled with TCE (Williamson, 1985), the authors investigate the potential drivers of the remake versus buy decision for OEMs engaged in remanufacturing. The results suggest that specificity of operational assets, IP concerns, and frequency are primary drivers of in-house remanufacturing. Conversely, the study did not find support for brand reputation, technological uncertainty, condition uncertainty, volume uncertainty, and product complexity as drivers of in-house remanufacturing. Collectively, these results represent an important first step toward a better understanding of strategic issues related to remanufacturing, particularly the re-make versus buy decision. Specifically, the study were able to provide extensions, alternate explanations, and, in general, capture the “why” or “why not” relative to each of the theorized relationships. This essay discusses how the TCE assumes the actors (individuals, economic agents and organizational groups) have a limited ability to process available information. By this theory, the actors are considered rational, but in a limited way, so that the decisions taken are satisfactory and not optimal. Since there are rational limits, the transactions can be planned, considering probable variables, being able to generate the best possible result in that context. It seems clear that without rational limits, all transactions could be planned taking into account all likely variables, which would result in an action with the best plausible outcome.

Therefore, contracts could be formulated providing for all possible events, which would eliminate uncertainties; however,the rationality of agents is in fact limited. In this sense, according to Williamson (1985), hierarchical organization emerges as a possibility of reducing these uncertainties. The companies move forward to avoid investments in specific assets and very high switching costs (Williamson, 1991). Mahapatra, Narasimhan and Barbieri (2010) also suggest that it is necessary to balance the type of governance between relational and transactional in order to be more effective. Innovative and products with short lifecycles that present uncertainties limit the development of long-term oriented partnerships with more relational characteristics, motivating the development of relationships based on renewable contracts.In situations where there is low strategic interdependence among members, these contracts safeguard the dominant party's interest, while in cases where there is greater strategic interdependence contracts result in greater effectiveness in governance (Mahapatra, Narasimhan and Barbieri, 2010). First, there appears to be a "boundary" to this relationship.

In remanufacturing, the uncertainties, in terms of volume of return, time and quality of the core, core acquisition is a critical and challenging issue for remanufacturing (Govindan, Soleimani and Kannan, 2015; Wei, Tang and Sundin, 2015). From a TCE perspective, volume uncertainty causes the company to update contracts and causes high coordination and renegotiation costs (Poppo and Zenger, 1998). In a remanufacturing context, the frequency of remanufacturing is a function of the number of times a core can be remanufactured and the timing of returns. This results in the potential frequency of transactions between the OEM and its supplier. Here, the distinct The presence of opportunistic behaviors, mentioning the "dark side market" and thus requiring governance structures based on formal safeguards (Grover;Malhotra, 2003; Williamson, 1985), and restricting to intellectual property (IP) and product patents. At remanufacturing, products that contain high levels of proprietary technology are subject to exposure during disassembly.

This study is in line with Ijomah (2009) once the key remanufacturing problems relate to the paucity of knowledge in the area and its relative novelty in research terms and include the ambiguity in its definition leading to its confusion with repair and reconditioning. The paucity of readily available remanufacturing tools and techniques. Remanufacturers perceive the scarcity of effective remanufacturing tools and techniques as a key threat to their industry. The poor remanufacturability of many currentproducts because design has typically focused on functionality and cost at the expense of environmental issues. Combineecological concerns, economic growth, and the significance of secondary market processes, in particular, remanufacturing in sustainable manufacturing. Hence, to achieve the proposed goal, to consolidate the debate, by the following five major reasons influence re-make versus buy decisions. First, costanalysis refers to the determination of cost to make an item as well as cost to buy it. The second is related to internal capacityin equipment's, necessary skills and time it makes sense to produce items in-house otherwise go for outsource. Exploit external sources, learn from outsiders and increase product diversity etc. Access outside sources' competence or technology advantages difficult or costly to attain in-house. Third, expertise and skill, understanding the experience in the firm. It is important to get a few knowledgeable employees together. Fourth, the quality consideration, once outside suppliers who specialize can usually offer higher quality products than what the firm can produce. However, a unique quality requirement or the desire to monitor the quality may cause a firm to decide to make. Finally, analysis when the demand for a product is high and stable. It is better for the firm to produce the item rather than buy. Alternatively, when fluctuation in demand or small orders have to be handled, it is better to buy the item from multiple sources who are specialists. In addition to this interesting insight into the key factors that explain the price differentials between new products and remanufactured the reputation of the seller of the products and the producers of the products (OEM versus independent manufacturers). These key findings can be useful to a company when deciding whether to remanufacture a product or not, as it is subject to scrutiny of external elements to obtain legitimacy. The emphasis on end users should be on a good price-quality ratio instead of mentioning all kinds of environmental properties of remanufacturing, as firms must maintain the reputation of a shared brand. A plausible alternative explanation for one of the reasons for the OEM to carry out its remanufacturing is to prevent the supplier (client) from doing it with a third party buyer. It is assumed that the buyer (OEM) can, through remanufacturing, achieve a form of environmental innovation by developing a long-term relationship with its customers. An interesting aspect of the problem, built on success, reward, and value propositions, is that the supplier, in developing his strategy to return the core and thus close the reverse chain cycle, develops a form of environmental innovation because it involves considerations on the inherent and strong incentives for the buyer to develop a substitute. Which, on an individual basis, would not be possible. The major implication as discussed earlier, this

research indicates that there is opportunity to build on work by introducing and considering the product market implies the need and important that the sellers build and communicate their reputation. This is in line with Subramanian and Subramanyam (2012) who reveal that reputation mechanisms can provide signals about the quality of the product or service and help mitigate the uncertainties faced by potential product buyers remanufactured.

4. CONCLUSION

The aim of this essay was to deepen the discussion on how OEMs remanufacture can analyse the re-make versus buy decisions. Based on the review of the literature, supply chain sourcing in remanufacturing operations is related a decision being made at one remanufacturing activity will greatly affect the decisions at subsequent activities, which will affect remanufacturing outcomes, i.e. productivity, economic performance effectiveness, and the proportion of core that can be salvaged. The results suggest that specificity of operational assets, IP concerns, and frequency are primary drivers of in- house remanufacturing. These issues should be address to support the challenges of remanufacturing companies may be exposed and concerning the relationship risks and reputation as to the strategic assets. The specificity of brand capital refers to investments in brand reputation. Self-named capital increases the likelihood of remanufacturing companies need to maintaina reputation for a shared brand. The OEM must control the quality and reliability of the remanufactured product to protect the capital and therefore the need for coordination and monitoring is high. If each of the remanufacturers' suppliers does an assessment and concludes that the total profit will increase when disassembling cars to get components, more cores will be available and the gap between supply and demand will decrease. A further advantage that remanufacturers will gain if the awareness of the value ofcores is raised is that the handling of cores will be more careful. This could lead to the remanufacture of more cores. If assessments are executed, and they show that the total profit will increase when cars are disassembled in order to get components, this will lead to a win-win situation where the profit will increase for the scrapyards and more cores will be available for the remanufacturers, so that they in turn can increase their profit. As an important avenue for realizing the sustainable development strategy, remanufacturing products orcomponents will particularly efficiently help reduce thedemand for raw materials and in particular keep the physical assets and economic value of raw materials already contained in products. Further, it is seen as one of the main strategies in the transition to a circular economy. Therefore, for to examine the advantages and disadvantages of integration the hybrid mechanisms of relational and transactional governance in remanufacturing, is an important direction for future study. Therefore, future research could look at the role of relational competencies for understanding how organizations combining resources through articulation in their relationships, focus on long-term, to obtain the core.

REFERENCES

[1] Abbey, J. D., Guide Júnior, V. D. R. 2017. Closed-loop supply chains: a strategic overview. In: BOUCHERY, Y. et al. Ed. Sustainable supply chains. New York: Springer International Publishing, p. 375-393.

[2] Atasu, A., Sarvary, M., Van Wassenhove, L. N. 2008 Remanufacturing as a marketing strategy. Management Science, Providence, v. 54, n. 10, p. 1731-1746.

[3] Bulmus, S. C., Zhu, S. X., Teunter, R. H. 2014. Competition for cores in remanufacturing. European Journal of Operational Research, Amsterdam, v. 233, n. 1, p. 105-113.

[4] Fleischmann, M., Beullens, P., Bloemhof-Ruwaard, J. M., & Van Wassenhove,L. N. 2001. The impact of product recovery on logistics network design.Production and Operations Management, 102, 156–173.

[5] Gan, S. S; Pujawan, I. N., Suparno. 2014. Remanufacturing of the short life-cycle products. Operations and Supply Chain Management: An International Journal, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 13-22.

[6] Govindan, K., Soleimani, H., Kannan, D. 2015. Reverse logistics and closed-loop supply chain: a comprehensive review to explore the future. European Journal of Operational Research, Amsterdam, v. 240, n. 3, p. 603-626.

[7] Gray, C., Charter, M. 2008. Remanufacturing and product design. International Journal of Product Development, [S.l.], v. 6, n. 3-4, p. 375-392.

[8] Grover, V. Malhotra.M.K. 2003. “Transaction Cost Framework in Operations and Supply Chain Management Research: Theory and Measurement.” Journal of Operations Management 21 4: 457–473.

[9] GuideJúnior, V. D. R., Jayaraman, V., Linton, J. D. 2003. Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery. Journal of Operations Management, Amsterdam, v. 21, n. 3, p. 259-279.

[10] Kurilova-Palisaitiene, J., Sundin, E., Poksinska, B. 2018. Remanufacturing challenges and possible lean improvements. Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v. 172, p. 3225-3236.

[11] Ijomah, W. L. 2009. Addressing decision making for remanufacturing operations and design-forremanufacture. International Journal of Sustainable Engineering, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 91-102.

[12] Lind, S., Olsson, D., Sundin, E. 2014: Exploring inter- organizational relationships in automotive component remanufacturing, Journal of Remanufacturing, ISSN 2210-4690, Springer, Heidelberg, Vol. 4, Iss. 5, pp. 1-14.

[13] Lund, R. T. 1984. Remanufacturing. Technology Review, Cambridge, v. 87, p. 18-23.

[14] Lund, R. T., Hauser, W. M. 2010. Remanufacturing-an American perspective. Boston: Sullivan & Sons.

[15] Mahapatra, S. K., Narasimhan, R., Barbieri, P. 2010. Strategic interdependence, governance effectiveness and supplier performance: a dyadic case study investigation and theory development. Journal of Operations Management, v. 28, n. 6, p. 537-552.

[16] Martin, P, V.D.R. Guide Jr., C.W. 2010. Craighead Supply chain sourcing in remanufacturing operations: An empirical investigation of remake versus buy Decision Sciences, 41, pp. 301-324.

[17] Meneghetti, F. K. 2011. What is a Theoretical Essay? RAC, Curitiba, v. 15, n. 2, pp. 320-332.

[18] Ovcginnikov, A., Blass, V., Raz, G. 2014. Economic and environmental assessment of remanufacturing strategies for product + service firms. Production and Operations Management, Baltimore, v. 23, n. 5, p. 744-761.

[19] Östlin J., Sundin E. and Björkman M. 2008 Importance of Closed-Loop Supply Chain Relationships for Product Remanufacturing, International Journal of Production Economics, Volume 115, Issue 2, pp 336-348.

[20] Östlin, J., Sundin, E., Bjorkman, M. 2009. Product life-cycle implications for remanufacturing strategies. Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v. 17, n. 11, p. 999-1009, July.

[21] Poppo, L., ; Zenger, T. 1998. Testing alternative theories of the firm: Transaction cost, knowledge-based, and measurement explanations for make-or-buy decisions in information services. Strategic Management Journal, 199, 853–877.

[22] Seitz, M. A. 2007. A critical assessment of motives for product recovery: the case of engine remanufacturing. Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v. 15, n. 11-12, p. 1147-1157.

[23] Sitcharangsie, S., Ijomah, W., Wong, T. C. 2019. Decision makings in key remanufacturing activities to optimise remanufacturing outcomes: a review. Journal of Cleaner Production, 232, 1465-1481.

[24] Subramanian, R., Subramanyam, R. 2012. Key factors in the market for remanufactured products. Manufacturing & Service Operations Management, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 315- 326.

[25] Subramonan, R., Huisingh, D., Chinnam, R. B. 2009. Aftermarket remanufacturing strategic planning decision- making framework: theory & practice. Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v. 18, n. 16, p. 1575-1586.

[26] Sundin, E. 2004. Product and process design for successful remanufacturing. 2004. Dissertation Mestrado – Linköping University, Linköping.

[27] Wei, S., Tang, O., Sundin, E. 2015. Core product acquisition management for remanufacturing: a review. Journal of Remanufacturing, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 1-27.

[28] Williamson, O. E. 1985. The economic institutions of capitalism. New York: FreePress.

[29] Williamson, O. E. 1998. Transaction cost economics: How it works; where it isheaded. The Economist, 1461, 23–58

Capítulo 9

Os estereótipos do trabalhador idoso nos últimos anos de sua carreira profissional

Henry Dyna
Celeste José Zanon

Resumo: A ampliação do tempo de trabalho estabelecida pela reforma da previdência de 2019 demanda um melhor entendimento de como a ciência vem se desenvolvendo frente a este novo desafio relativo ao trabalho e às ideias preconcebidas sobre o envelhecimento humano. Diante disso, o objetivo deste capítulo é compreender como são estabelecidas as relações entre os conceitos sobre os estereótipos do trabalhador idoso e os resultados de pesquisas que abordem os últimos anos de sua carreira profissional. Para tanto, definiu-se como método de pesquisa a revisão sistemática da literatura, a qual considerou as bases de dados web of Science, Scopus, Google Scholar e Scielo. Foram encontrados 305 trabalhos e os critérios de pesquisa permitiram selecionar 10 artigos científicos para uma análise qualitativa. Os resultados foram estruturados considerando a identificação de cada estudo, suas amostras, seus métodos e seus desfechos. As conclusões indicam que as relações são estabelecidas a partir de duas temáticas principais. A primeira temática é relativa a padrões e estereótipos arraigados no mercado de trabalho quando relacionados ao trabalhador mais velho, visando especificamente as suas habilidades. A segunda temática é relativa ao impacto dos estereótipos para além das habilidades do idoso, considerando também sua performance.

Palavras-Chave: Gestão Organizacional; Trabalhadores Idosos; Estereotipias do Envelhecimento; Carreira Profissional

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população no Brasil vem se tornando notório com o passar dos anos e um de seus fundamentos reside nos avanços da medicina e da tecnologia. Essa informação é respaldada por bases de dados matemáticos, como os gerados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Tais bases de dados apresentam um rápido crescimento do número de pessoas com idade acima de 60 anos no Brasil e uma diminuição na taxa de natalidade. Em 2050, por exemplo, o grupo etário de 60 a 90 anos corresponderá a 42% da população nacional (BRASIL, 2019).

Uma das demandas geradas por essa acentuada transição demográfica é garantir aos idosos condições apropriadas para uma qualidade de vida digna. Há muitas questões a serem discutidas e trabalhadas como, por exemplo, os impactos das reformas trabalhista e da previdência social, aprovadas em 2017 e 2019 respectivamente pelo Congresso Nacional.

A lei nº 10.741 (BRASIL, 2018), de 1˚ de outubro de 2003 também conhecida como "Estatuto do Idoso" discorre de forma breve a respeito de tópicos relacionados ao trabalho para pessoas idosas. Tal documento traz de forma sutil, porém incisa, a preocupação com a inserção do trabalhador mais velho no mercado de trabalho e o preconceito que sofre no ambiente profissional. O Estatuto do Idoso (BRASIL, 2018) destaca no Art. 27 de maneira explicitamente vedada a discriminação e a fixação de limite de idade na admissão de trabalhadores idosos.

O ato de ampliar o período de tempo de pessoas envelhecidas no mercado de trabalho, exige estudos sobre como tais ambientes vêm se desenvolvendo e se preparando para essa situação. Neste contexto, Dalen, Henkens e Schippers (2010) apresentam como se desenvolve a preparação e a adaptação do mercado de trabalho em alguns países europeus. Seus estudos destacam a forma como as empresas gerem a permanência e a aposentadoria dos trabalhadores mais velhos.

Um dos principais pontos enfatizados pelos autores são os estereótipos relacionados à discriminação da idade, evidenciado diante de uma análise sobre a percepção do desempenho de trabalhadores mais velhos segundo seus companheiros de trabalho. Essa análise demonstrou características enviesadas, tais como: inflexibilidade, baixa capacidade de adaptação e menor desempenho. Bal et al. (2011) reuniram múltiplos estudos acerca das percepções sobre a atuação de trabalhadores mais velhos, os quais verificaram uma heterogeneidade dos estereótipos criados. Os autores concluíram que não necessariamente existe uma linearidade para que os estereótipos se consolidem como um fato.

Os estereótipos no mercado de trabalho são comuns, assim como destaca Hippel (2019), que demonstra estereótipos presentes, tanto em funcionários mais velhos, quanto nos mais jovens, diferenciando-se em suas formas e em como eles os afetam. Estereótipos sofridos por funcionários mais jovens são geralmente conexos à sua falta de experiência, problema esse que pode ser enfrentado pelo trabalhador jovem como um desafio a ser superado (BOHLMANN; RUDOLPH; ZACHER, 2017). Estereotipias relacionadas aos trabalhadores mais velhos acabam sendo relacionadas geralmente à sua idade e à sua capacidade física.

Considerando a escassez de estudos nacionais sobre essa temática, o presente trabalho apresenta a seguinte questão de pesquisa: como se estabelecem as relações entre os conceitos sobre os estereótipos do trabalhador idoso e os resultados de pesquisas que abordem os últimos anos de sua carreira profissional?

Este capítulo tem como intuito compreender como as relações descritas na formulação da pergunta de pesquisa são estabelecidas considerando o estágio que se encontra a produção acadêmica quanto aos resultados de pesquisas que abordem os últimos anos de trabalho de idosos. Portanto, se faz necessária uma revisão sistemática da literatura.

O escopo deste estudo fundamenta-se em questões que promovam reflexões sobre os estereótipos no mercado de trabalho relativos à atuação do trabalhador envelhecido. Sua importância reside na proposição de se ter um maior entendimento sobre como os mesmos são percebidos no ambiente de trabalho e na promoção de análises de como se pode desenvolver uma maior aceitação do trabalhador idoso no ambiente de trabalho.

Atualmente no Brasil percebe-se uma escassez de estudos relacionados aos estereótipos sofridos por trabalhadores idosos no mercado de trabalho. Por outro lado, percebemos um maior desenvolvimento da temática em países que possuem uma taxa de envelhecimento populacional mais elevada, mas não tão acelerada quanto a nacional. A inclusão e a manutenção de pessoas idosas no mercado de trabalho vêm se tornando um problema emergente. Tal afirmação é corroborada pelas projeções do IBGE (BRASIL, 2019).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A bibliografia deste capítulo é fundamentada em duas bases teóricas. A primeira refere-se às estereotipias relacionadas ao envelhecimento do trabalhador e a segunda base teórica, centra-se nas implicações do envelhecimento no mercado de trabalho.

Os estereótipos são crenças perante um determinado grupo, geralmente adotados para ignorar o processo de uma informação mais complexa. Eles são muito difíceis de se medir, principalmente quando considera-se a sua abrangência e associações com atitudes positivas e/ou negativas (SANTOS, 2012; MCGARTY; YZERBY; SPEARS apud CARLSON et al. 2019).

Assim como estereótipos podem se tornar motivação para um indivíduo, eles podem acabar o afetando negativamente, como relatado por Spencer, Logel e Davies (2016). O trabalho desses autores buscou identificar e relacionar as ameaças que os estereótipos podem originar. Os resultados mostraram que, tanto estereótipos negativos quanto positivos, podem afetar o desempenho do trabalhador idoso.

Posthuma e Campion (2009), por meio de uma metanálise acerca da temática estereotipias no mercado de trabalho, verificaram a existência de uma grande variedade de estereótipos, positivos ou negativos, principalmente quando relacionados à idade. Suas conclusões mencionaram especificamente a menor capacidade de aprender, a resistência à mudança, um menor retorno sobre os investimentos e maior confiabilidade.

Ao se trabalhar com estereotipias do envelhecimento é comum relacioná-las com a saúde do idoso, onde se prejulga que tal pessoa seja mais frágil ou fisicamente debilitada. Da mesma forma, se espera que o trabalhador idoso tenha mais experiência diante do seu tempo de vida. Estereótipos estes que não necessariamente podem ser julgados como uma verdade absoluta (POSTHUMA; CAMPION, 2009).

O estudo de Carlson et al. (2019) destaca que o uso de estereótipos em nossa sociedade é constante e sempre presente, mesmo que de forma inata. Na maioria das vezes pode acabar sendo mal interpretado diante do contexto e da forma como isso afeta uma pessoa. Tal forma pode ser interpretada como um benefício ou malefício, variando de acordo com a percepção intrínseca de cada idoso (CARLSON et al. 2019).

Ao se trabalhar com estereótipos do envelhecimento na carreira profissional, Dalen, Henkens e Schippers (2010) destacam elementos de desempenho no trabalho relacionados à habilidades sociais, confiabilidade, comprometimento, precisão e habilidades orientadoras para o cliente. Tais habilidades são diretamente relacionadas ao vínculo interpessoal do indivíduo e à experiência adquirida e, também, à forma como o mesmo se relaciona com as pessoas à sua volta. Os autores também consideram como elementos relevantes a criatividade, a capacidade mental e física para lidar com a carga de trabalho, a disposição para aprender novas habilidade e se adaptar às novas tecnologias, e a flexibilidade do trabalhador envelhecido. Elas estão diretamente relacionadas ao idoso e ao seu ambiente de trabalho, portanto, não envolvem relações interpessoais.

A expectativa de vida ao nascer no Brasil é de 75,4 anos, segundo um levantamento feito pelo World Bank Group (2019). Quando este dado é comparado ao início de 2000 (70,1 anos) nota-se a elevação da expectativa de vida dos brasileiros com o passar dos anos, o que demonstra um grande avanço das condições favoráveis ao envelhecimento populacional. Este contexto demanda adaptações em múltiplos ambientes e políticas, com enfoque no mercado de trabalho que, de certo modo, é favorecido por um aumento significativo de trabalhadores mais velhos. Manter trabalhadores mais velhos no mercado de trabalho pode facilitar o crescimento econômico (FEYRER, 2007 apud POSTHUMA; CAMPION, 2009).

A permanência das pessoas idosas no mercado de trabalho apresenta muitos desafios e uma maior necessidade de adaptação e entendimento dos trabalhadores. A dificuldade em ingressar no mercado e o atingimento da estabilidade pelo profissional evidenciam elementos sobre a escolha ocupacional predominante nessa faixa etária, a qual foi estudada por Queiroz e Ramalho (2009). Esse estudo trouxe como contribuição a conclusão de que indivíduos aposentados possuem uma maior chance de trabalhar como um assalariado informal pela necessidade de complementação de renda (ORELLANA; BRITO; BALBINOTTO, 2018).

A gestão relativa ao processo de envelhecimento sobre tal fato se evidencia juntamente com a necessidade do indivíduo em se aposentar ou manter uma renda constante para suprir suas necessidades básicas (EKERDT, 2010).

As pessoas mais envelhecidas acabam optando por novas formas de emprego, para que se consiga complementar sua renda (ORELLANA; BRITO; BALBINOTTO, 2018) ou, até mesmo, completar o tempo faltante de contribuição após um desligamento do mercado de trabalho de forma não planejada. Portanto, se faz necessária uma análise de como esses indivíduos vêm se adaptando a esse contexto, visando identificar como o trabalhador envelhecido se identifica no mercado de trabalho para suprir tais demandas. Destaca-se, inicialmente, dois tipos de empregos: os *Bridge Jobs* e o trabalho informal.

Bridge Jobs são definidos como empregos, que uma pessoa idosa almeja após uma longa carreira, com o intuito de se tornar uma ponte para sua aposentadoria, aumentando, assim, seu tempo de contribuição. Os *bridge jobs* tendem a possuir um tempo parcial com duração inferior a 10 anos. Esse tipo de emprego é muito recorrente e estudado em países da América do Norte e Europa. Estima-se que um terço da população dos americanos envelhecidos utilizam, em algum momento, dos *bridge jobs* para poder se aposentar completamente. Assim, como destacado, pelo menos 33% dos homens e mulheres que deixaram o mercado de trabalho após uma carreira, acabam optando por um *bridge job* no futuro (QUINN, 1999 apud CAHILL; GIANDREA; QUINN, 2015).

O trabalho informal vem se destacando devido a inevitabilidade de permanência de indivíduos idosos no mercado de trabalho, e na presença da necessidade de complementar a renda para manter um padrão de vida. Isso se deve perante a possibilidade do benefício da aposentadoria ser insuficiente para suprir algumas necessidades básicas como: saúde, alimentação, vestimenta, transporte e habitação (CAMARANO, 2001; LIBERATO, 2003; FURTADO 2005 apud ORELLANA; BRITO; BALBINOTTO, 2018).

Considerando esse contexto, se faz necessário desenvolver estratégias de forma a fomentar um envelhecimento bem-sucedido no trabalho.

3. METODOLOGIA

A Revisão Sistemática da Literatura consiste de um procedimento de revisão bibliográfica de maior confiabilidade. O Estado da Arte relativo aos conceitos de estereotipias associadas ao envelhecimento do trabalhador fundamenta o método de pesquisa.

As bases de dados utilizadas foram acessadas por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

As palavras-chave utilizadas foram estabelecidas em dois idiomas, português e inglês. No idioma Português considerou-se Ageísmo, Mercado de Trabalho e Estereótipos de Envelhecimento no Trabalho. No idioma Inglês: *Ageism, Labor Market* e *Aging Work Stereotype*. A busca nas bases de dados teve como mecanismo de rastreio a junção de palavras-chave, ocorrendo por meio das seguintes combinações: Ageísmo e Mercado de Trabalho – A1, *Ageism and Job Market* – A2, Estereótipos de Envelhecimento no Trabalho – B1 e *Aging Work Stereotypes* – B2. A seleção dos estudos foi realizada por meio dos seguintes critérios de inclusão: estar disponível e publicado integralmente no idioma português ou inglês, entre os anos 2000 e 2021; possuir uma das palavras-chave em seu título ou resumo; estar presente na categoria "periódicos revisados por pares" e possuir excertos sobre os anos finais da carreira profissional. O grande intervalo de tempo de inclusão das publicações se deve diretamente a escassez de estudos disponíveis. O quadro 1 apresenta o protocolo do método de revisão sistemática da literatura.

Quadro 1 – Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura

Item	Descrição
Áreas de Pesquisa	Gestão Organizacional, Trabalho, Estereótipos, Envelhecimento
Idiomas	Português, Inglês
Período da publicação dos documentos	2000 - 2021
Critérios de Seleção	Combinações de palavras-chave, periódicos revisados por pares, excertos sobre os anos finais da carreira profissional
Bases de Dados	Scopus, Web of Science, Google Scholar e Scielo
Palavras-Chave em Português Definidas	Ageísmo, Mercado de Trabalho e Estereótipos de Envelhecimento no Trabalho.
Palavras-Chave em Inglês Definidas	Ageism, Labor Market e Aging Work Stereotype.
Documentos	Artigos Científicos

Fonte: Autores (2021).

Assim, por meio de uma análise bibliométrica, considerando as palavras-chaves citadas anteriormente, foi possível obter 305 artigos e os seguintes resultados: A combinação A1 resultou em 3 artigos, sendo 2 revisados por pares; A2 resultou em 221 artigos, sendo 164 revisados por pares; B1 resultou em 68 artigos, sendo 59 revisados por pares; e B2 resultou em 13 artigos, sendo 11 revisados por pares. Nas análises foram excluídos 295 artigos em conformidade com os critérios de seleção adotados. Ao final da caracterização foi considerado um total de 10 artigos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados práticos obtidos são importantes, pois consolidam importantes conceitos da temática que encontravam-se dispersos nas bases de dados de diferentes áreas.

A análise dos artigos foi realizada em sua totalidade, verificando sua consistência teórica, método adotado e resultados. Portanto, aqueles que não preencheram os critérios definidos foram excluídos. O quadro 2 apresenta os resultados da revisão sistemática e foi estruturado considerando as seguintes informações: identificação de cada estudo, suas amostras, seus métodos e seus resultados.

Todos os artigos do Quadro 2 são referentes às combinações A1, A2, B1 e B2 estabelecidas durante a estruturação da revisão sistemática.

Ao se realizar o levantamento de artigos presentes na temática estereótipos no mercado de trabalho pode-se perceber a prevalência de estudos estrangeiros. As pesquisas no contexto brasileiro são 20% do total dos artigos selecionados. Portanto, os resultados apresentam 2 estudos nacionais diretamente relacionados a temática e, consequentemente, 80% relativos às pesquisas estrangeiras, 8 estudos internacionais.

Se por um lado há a possibilidade de uma contextualização diversa devido aos dados internacionais, por outro lado, existe uma considerável ressalva haja vista o reduzido número de trabalhos nacionais. Tal conjuntura sob a ótica do binômio vantagem/desvantagem será considerada para contornar limitações metodológicas desta natureza em pesquisas futuras que abordem as mesmas temáticas.

Esses estudos foram realizados em diferentes continentes. As pesquisas europeias correspondem à maioria dos artigos internacionais obtidos na seleção, pois representam 60% do total dos estudos. América, Oceania e Ásia representam juntos os 40% restantes.

Os resultados obtidos são importantes para a área de Engenharia de Produção, haja vista que considerar os impactos das estereotipias do envelhecimento na performance do trabalho pode proporcionar relevantes contribuições para as estratégias de operações.

Quadro 2 – Estudos presentes na revisão

Estudo	Amostra	Método	Resultados
Rauschenbach, Göritz e Hertel 2012	4.181participantes 15-87 anos	Análise percepcional e avaliativa de indivíduos desconhecidos por meio de fotografias.	Os indivíduos mais velhos foram classificados como inferiores quanto a resiliência emocional.
Silva, Helal 2019	Não se aplica	Ensaio teórico relativo ao processo do envelhecimento, importância do trabalho, influência identitária, social e pessoal do sujeito idoso.	Considera a necessidade de combater e modificar o modo que o trabalhador idoso é visto no ambiente organizacional.
Weber et. al. 2020	413 funcionários de hospitais da Letônia e da Alemanha	Estudo transversal padronizado sobre capacidade subjetiva de trabalho, autoeficácia ocupacional, irritação e estereótipos para trabalhadores mais velhos.	A equipe hospitalar alemã relatou maior nível de estereótipos positivos (média = 87,46, SD 10,04) que a equipe do Hospital da Letônia (média = 84,69, SD 10,10; t (411) = -2,496, p = 0,013). Visão mais positiva sobre os trabalhadores mais velhos quanto a autoeficácia (β = 0,136, p = 0,008), capacidade subjetiva de trabalho (β = 0,063, p <0,001) e níveis mais baixos de irritabilidade (β = −0,191, p = 0,017).
Kleissner, Jahn 2020	380 enfermeiros alemães 19-63 Anos	Um questionário foi distribuído a 1848 membros da equipe de enfermagem de um hospital geral alemão.	As enfermeiras mais velhas eram vistas como mais competentes, menos fortes fisicamente e menos flexíveis às mudanças no trabalho; enfermeiras mais jovens eram vistas como menos confiáveis e menos prestativas. Atributos relativos à atenção, ao número de colegas, à percepção do envelhecimento e à cordialidade com os idosos foram associados com a conduta de enfermeiros mais velhos.
Loth, Silveira 2014	4 profissionais	Pesquisa Exploratório-descritiva com entrevistas abertas	O estudo revela três categorias de percepções, sendo elas: percepções estereotipadas de si mesmo, dos outros e percepções estereotipadas dos jovens.
Karpinska, Henkens, Schippers 2011	238 gestores	Método fundamentado em análise fatorial. Coleta de informações sobre normas e estereótipos de idade. Perfis hipotéticos dos candidatos aposentados foram apresentados aos empregadores com o objetivo de tomarem decisão sobre contratações específicas.	A chance do reemprego por um indivíduo que experienciou uma aposentadoria antecipada está diretamente relacionada às suas próprias circunstâncias e às forças organizacionais.
Kleissner, Jahn 2020	50 estudantes 53 idosos 93 trabalhadores	*Implicit Association Test.* Análise de imagens e atributos sobre o trabalho e o envelhecimento.	Preferência estável e moderada, que pode ser mensurada de maneira implícita, por trabalhadores mais jovens quando relacionados aos mais velhos. Os trabalhadores mais jovens foram avaliados melhor nos atributos desempenho e adaptabilidade, enquanto trabalhadores mais velhos foram avaliados em competência, confiabilidade e cordialidade.

Continua na próxima página

Quadro 2 – Estudos presentes na revisão – Continuação

Estudo	Amostra	Método	Resultados
Petery et. al. 2020	220 participantes	86 palavras-chave de estereótipos sobre o envelhecimento foram disponibilizadas para os participantes estabelecerem relações entre idade e desempenho esperado no trabalho.	Estereótipos fortemente associados com a faixa etária do trabalhador e com o desempenho no trabalho.
Kim, Mo 2014	294 trabalhadores de empresas privadas	Entrevista baseada em uma escala de 20 itens atribuídos antecipadamente com base em referenciais teóricos.	Crenças estereotipadas relativas à competência, à sociabilidade e à confiabilidade.
Bal et. al. 2015	168 participantes	Survey distribuído para 1012 motoristas de taxi de cinco cidades holandesas	Estereótipos negativos relativos a idade. Relações percebidas entre idade, estereótipos do envelhecimento e discursos sobre a aposentadoria.

Fonte: Autores (2021).

5. CONCLUSÕES

A revisão sistemática apresentada possibilitou compreender como são estabelecidas as relações entre as estereotipias do envelhecimento e os resultados de pesquisas sobre os anos finais da carreira profissional de trabalhadores idosos. Tais relações se estabelecem a partir de duas temáticas principais. A primeira temática é relativa a padrões e estereótipos arraigados no mercado de trabalho quando relacionados ao trabalhador mais velho, visando especificamente as suas habilidades. A segunda temática é relativa ao impacto dos estereótipos para além das habilidades do idoso, mas também considerando sua performance no trabalho.

Tratando-se da primeira temática, Kim e Mo (2014) apresentam três principais vínculos relacionados aos estereótipos – competência, sociabilidade e confiabilidade – que remetem diretamente ao modo de como se é esperada a interação do individuo com o ambiente. Kleissner e Jam (2020), por sua vez, destacam estereótipos relacionados ao desempenho do indivíduo, seja em relações interpessoais ou atividades manuais no ambiente de trabalho. Alinhado ao trabalho destes autores, Weber (2020), segue os mesmos conceitos, com dados baseados em estereótipos sobre a habilidade do indivíduo, porém com uma percepção de resultados relativos aos estereótipos positivos.

Silva e Helal (2019) diferem dos autores acima citados, pois não trabalham diretamente com intervenções, mas sim com um ensaio teórico, ao qual apresenta a necessidade de se combater o modo como o trabalhador idoso é visto no ambiente organizacional. Loth e Silveira (2014) focalizam os estereótipos no mercado de trabalho de maneira mais generalista, identificando não apenas suas vertentes, mas seus eixos e categorias perceptivas.

Portanto, os autores presentes na primeira temática se destacam por sua visão para o idoso e como os outros trabalhadores interagem com o mesmo.

As características identificadas posteriormente podem ser destacadas em duas principais vertentes trabalhadas por Dalen, Henkens e Schippers (2010). Tais categorias foram destacadas como *Soft Qualities* e *Hard Qualities*, que traduzidas significam respectivamente qualidades amenas e qualidades árduas.

As qualidades amenas podem ser entendidas como elementos do desempenho no trabalho relacionados à habilidades sociais do idoso, sua confiabilidade, seu comprometimento, sua precisão e habilidades orientadas ao cliente. Tais habilidades são diretamente relacionadas ao vínculo interpessoal do indivíduo e experiência adquirida e, também, à forma como o trabalhador idoso se relaciona com as pessoas à sua volta.

As qualidades árduas podem ser entendidas como aspectos que relacionam a criatividade, capacidade mental e física para lidar com a carga de trabalho, disposição para aprender novas habilidades e se

adaptar às novas tecnologias e a flexibilidade do indivíduo. Elas estão diretamente relacionadas ao idoso e ao seu ambiente de trabalho, portanto, nãoenvolvem relações interpessoais.

A segunda temática a se destacar é relativa ao impacto dos estereótipos para além das habilidades do indivíduo, mas também relativas ao seu desempenho no trabalho. Karpinska, Henkens e Schippers (2011) buscam não somente os estereótipos presentes no mercado de trabalho, mas também os modos como eles podem influenciar o desenvolvimento dos processos relativos à gestão das pessoas que compõem a organização. Petery et. al. (2020) trabalha de maneira mais subjetiva o desempenho no trabalho, tentando correlacionar a qualidade do mesmo com estereótipos e desenvolver correlações entre ambos. Por sua vez, Bal. et. al. (2015) infundem o conceito dos meta-estereótipos negativos que tratam do como percepções podem influenciar as tomadas de decisão do trabalhador idoso. Tais influências podem resultar em uma maior intenção de proceder a aposentadoria.

Rauschenbach, Göritz e Hertel (2012) divergem dos demais estudos, pois os resultados de sua pesquisa apontam para uma menor resiliência emocional de trabalhadores idosos em relação à de trabalhadores mais jovens.

Este estudo permitiu a identificação de algumas relações relevantes para pesquisas futuras. Para novos estudos é sugerido considerar mais evidências dos efeitos das estereotipias do envelhecimento nos últimos anos da carreira profissional de trabalhadores idosos.

BIBLIOGRAFIA

[1] BAL, A. C. et al. Examining Positive and Negative Perceptions of Older Workers: A Meta-Analysis. The Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, v. 66, n. 6, 687-698, 30 jun. 2011.

[2] BAL, P. M. et al. Young at heart, old at work? Relations between age, (meta-)stereotypes, self-categorization, and retirement atitudes. Journal of Vocational Behavior, v. 91, 35-45, 7 set. 2015.

[3] BOHLMANN, C.; RUDOLPH, C. W.; ZACHER, H. Methodological Recommendations to Move Research on Work and Aging Forward. Work, Aging and Retirement, v. 4, n. 3, p. 225-237, 2017.

[4] BRASIL. Institito Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/. Acesso em: 15 set. 2019.

[5] BRASIL. Ministério da Saúde. Estatuto do Idoso. Disponível em <htpp://www.soleis.adv.br/estatutodoidoso.htm>. Acesso em:16 fev. 2018.

[6] CAHILL, K. E.; GIANDREA, M. D.; QUINN, J. F. Retirement Patterns and the Macroeconomy 1992-2010: The Prevalence and Determinants of Bridge Jobs, Phased Retirement, and Reentry Among Three Recente Cohorts of Older Americans. The Gerontological Society of America, v. 55, n. 3, p. 384-403, 2013.

[7] CARLSON, K. J et al. Stereotypes of Older Adults: Development and Evaluation of an Updated Stereotype Content and Strength Survey. The Gerontological Society of America, v. 3, n. 2, p. 1-10, 29 mai. 2019.

[8] DALEN, H. P. V.; HENKENS, K.; SCHIPPERS, J. Productivity of older workers: perceptions of employers and employees. Population and Development Review, v. 36, n. 2, p. 309-330, 16 jun. 2010.

[9] EKERDT, D. J. Frontiers of research on work and retirement. Journal of Gerontology: social sciences, v. 65B, n. 1, p. 69-80, 2010.

[10] HIPPEL, C. V. et al. Age-Based Stereotype Threat and work outcomes: Stress Appraisals and Rumination as Mediators. Psychology and Aging, v. 34 n. 1, p. 68-84, 2019.

[11] KARPINSKA, K.; HENKENS, K.; SCHIPPERS, J. Hiring retirees: impact of age norms and stereotypes. Journal of Managerial Psychology, v. 28, n. 7/8, p. 886-906, 4 nov. 2013.

[12] KIM, D. S.; MO, S. H. Stereotypical Beliefs on Old Korean Workers. Ageing International, v. 39, p. 385-402, 24 abr. 2014.

[13] KLEISSNER, V.; JAHN, G. Implicit and Explicit Measurement of Work-Related Age Attitudes and Age Stereotypes. Frontiers in Psychology, v. 11, 06 out. 2020.

[14] KLEISSNER, V.; JAHN, G. Dimensions of Work-Related Age Stereotypes and In-Group Favoritism. Research on Aging, v. 42(3-4), 126-136, 2019.

[15] LOTH, G. B.; SILVEIRA, N. Ageism at Organiations: a study of stereotypes in ageing workers. Revista Ciências da Administração, v. 16, n. 39, 15 ago. 2014.

[16] ORELLANA, V. S. Q.; RAMALHO, H. M. B.; BALBINOTTO, G. Oferta de trabalho e salário do idoso no Brasil. Economia Aplicada, v. 22, n. 1, p. 37-62, 2018.

[17] PETERY, G. A. et al. Older Worker and poor performance: Examining the association of age stereotypes with expected work performance quality. International Journal of Selection and Assessment, v. 28, p. 510-521, dez. 2020.

[18] POSTHUMA, R. A.; CAMPION, M. A. Age Stereotypes in the Workplace: Common Stereotypes, Moderators, and Future Research Directions. Journal of Management, v. 35, n. 1, p. 158-188, 1 fev. 2009.

[19] QUEIROZ, V. S.; RAMALHO, H. M. B. A escolha ocupacional dos idosos no mercado de trabalho: evidências para o Brasil. EconomiA Selecta, v.10, n.4, p.817-848, dez. 2009.

[20] RAUSCHENBACH, C.; GÖRITZ, A. S.; HERTEL, G. Age Stereotypes about Emotional Resilience at Work. Educational Gerontology, n. 38, p. 511-519, 29 mai. 2012.

[21] SANTOS, L. H. Estereótipos e consumo: estratégias da produção do discurso da diferença na comunicação publicitária. 2012. 202 p. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Práticas de consumo) – Escola Superior de Propaganda e Marketing, São Paulo, 2012.

[22] SILVA, R. A.; HELAL, D. H. Ageism in Organizations: Issues for Discussion. Revista de Administração IMED, Passo Fundo, v. 9, n. 1, p. 187-197, 30 jun. 2019.

[23] SPENCER, S. J.; LOGEL, C.; DAVIES, P. G. Stereotype Threat. Annual Review of Psychology, v. 67, p. 415-437, 2016.

[24] WEBER, J. et al. Country-specific diferences of age stereotypes towards older hospital staff and their association with self-effiacy, work ability and mental well-being. Journal of Advanced Nursing, v. 76, p. 1614-1626, 13 abr. 2020.

[25] WORLD BANK GROUP. Country Brazil. Relatório do Banco Mundial. Disponível em: https://data.worldbank.org/country/brazil?locale=pt. Acesso em: 02 out. 2019.

Capítulo 10

Uma abordagem sobre a classificação de riscos ocupacionais como fator essencial para elaboração de um Programa de Gerenciamento de Riscos-PGR

Luiz Antonio Larios Garcia

Resumo: Este trabalho teve como objetivo demostrar a importância da revisão da Norma Regulamentadora nº 01 publicada em 03/03/2020 através da portaria da Secretaria Especial da Previdência e do Trabalho (SEPRT) nº 6730 para entrar em vigência em 02/02/2021 com prorrogação para 02/08/2021 conforme Portaria SEPRT 1.295, de 02/02/2021. A norma traz como principal novidade o GRO (Gerenciamento de Riscos Ambientais) e o PGR (Programa de Gerenciamento de Riscos). O Brasil é um país que no ano de 2020 apresentou 1846 mortes e 496 mil acidentes todos relativos ao trabalho. O Programa de Gerenciamento de Riscos apresenta como documentos o inventário de riscos e o plano de ações que de forma coordenadora constitui em um instrumento com potencial de coibir as ocorrências de acidentes do trabalho e também as doenças ocupacionais. Conclui-se que os benefícios da aplicabilidade da NR1 são inestimáveis quando se fala que vidas humanas serão poupadas nos ambientes de trabalho diminuindo com isso o passivo trabalhista em função dos acidentes de trabalho. A classificação de riscos por sua vez possibilitará a elaboração de um plano de ação eficaz se constituindo uma “ferramenta” importante de gerenciamento

Palavras-chave: Riscos ocupacionais. Gerenciamento de riscos. Norma regulamentadora

1. INTRODUÇÃO

Os acidentes do trabalho continuam preocupando os países pelo número elevado de ocorrências. Segundo o Anuário da Revista Proteção (2020), o Brasil ocupa no caso de mortes pela atividade laboral, em números absolutos, a terceira colocação no ranking mundial ficando apenas atrás dos Estados Unidos e China.

Cabe ressaltar que esses dados são questionados pela nota informativa SEI nº 10/2019/CGSST/SIT/STRAB/SEPRT-ME em relação a metodologia utilizada onde coloca o Brasil em 73ª, mas de qualquer forma independentemente da classificação, os números são preocupantes.

Nesse panorama, os acidentes de trabalho trazem um passivo de vidas humanas ceifadas, além de lesões incapacitantes que demandam elevados custos para empresas e o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS).

O observatório de segurança e saúde do trabalho (smartlab.org/sst/localidade/ - <acesso em 04/07/2021> computa em sua série histórica de acidentes do trabalho com a comunicação através das CAT's (comunicação de acidentes de trabalho), sendo 1.866(mil, oitocentos e sessenta e seis) mortes no ano de 2020 (Gráfico.1) e 446.881 (quatrocentos e quarenta e seis mil, oitocentos e oitenta e um) acidentes (Gráfico 2). Considerando então somente os acidentes notificados.

Gráfico 1

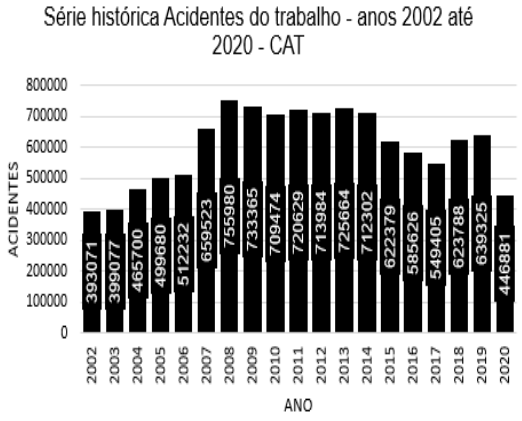


Gráfico 2

Fonte: SmartLab –2021: Adaptada pelo autor

Nessa seara, o Ministério da Economia, através da Secretaria Especial de Previdência e Trabalho vem trabalhando no sentido de revisar a legislação vigente dentre elas a mudança da Norma Regulamentadora nº1 – Portaria 3214 Mtb , acreditando que dessa forma com a obrigatoriedade da elaboração do Gerenciamento dos Riscos Ocupacionais-GRO e do Programa de Gerenciamento de Riscos-PGR, os acidentes sejam freados em níveis aceitáveis se é que possa definir a existência de um nível aceitável para ocorrências de acidentes.

Este estudo traz como a problemática se as mudanças trazidas pela legislação em relação a NR1 terão a aderência dos empresários na sua aplicação obrigatória tornando o PGR um documento vivo que se atualize em função das ocorrências nos ambientes laborais elaborando a classificação dos riscos para um plano de ação eficaz.

O objetivo deste estudo é compreender e avaliar as mudanças ocorridas na NR 01 em relação a sua aplicabilidade pelos empresários tornando as exigências como política de segurança das empresas principalmente no tocante aos procedimentos corretos para a classificação dos riscos.

Parte-se da hipótese que os empresários cumprindo fielmente as mudanças da NR1, os índices de acidentes tenderão a cair consideravelmente tornando os ambientes laborais cada vez mais saudáveis em função de uma classificação de riscos correta e um plano de ação que funcione.

O presente estudo se justifica pelas estatísticas de acidentes do trabalho e a esperança de que com as novas medidas adotadas na legislação e comprometimento empresarial diminua-se o índice de acidentes do trabalho no Brasil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A PORTARIA 3214 DO MTB DE 08/06/78 E SUAS NORMAS REGULAMENTADORAS

> As Normas Regulamentadoras (NR) são disposições complementares ao Capítulo V (Da Segurança e da Medicina do Trabalho) do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), com redação dada pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Consistem em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho (BRASIL, 2021).

As Normas Regulamentadoras (NR) foram publicadas no diário oficial da união (DOU) em 06/07/78 e são atualizadas pela Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP).

> A elaboração e a revisão das normas regulamentadoras são realizadas, atualmente, pela Secretaria Especial de Previdência e Trabalho, adotando o sistema tripartite paritário, preconizado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), por meio de grupos e comissões compostas por representantes do governo, de empregadores e de trabalhadores.
>
> Nesse contexto, a Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP) é a instância de discussão para construção e atualização das normas regulamentadoras, com vistas a melhorar as condições e o meio ambiente do trabalho (BRASIL, 2021).

As NR's são classificadas (Portaria nº 787, de 27/11/2018) em gerais, especiais e setoriais.

Consideram-se gerais as normas que regulamentam aspectos decorrentes da relação jurídica prevista na Lei sem estarem condicionadas a outros requisitos, como atividades, instalações, equipamentos ou setores e atividades econômicos específicos.

Consideram-se especiais as normas que regulamentam a execução do trabalho considerando as atividades, instalações ou equipamentos empregados, sem estarem condicionadas a setores ou atividades econômicos específicos.

Consideram-se setoriais as normas que regulamentam a execução do trabalho em setores ou atividades econômicos específicos.

Os Anexos, além da classificação específica das NR às quais pertencem, podem ser classificados segundo Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3. O Anexo Tipo 1 complementa diretamente a parte geral da NR. O Anexo Tipo 2 dispõe sobre situação específica; o Anexo Tipo 3 não interfere na NR, apenas exemplifica ou define seus termos.

2.2. A NOVA NORMA REGULAMENTADORA 01 (NR 1)

A NR1 é uma Norma tipificada como geral, possuindo anexos do tipo 1 e 3. Foi revisada pela Portaria nº 6.730, 09 de março de 2020 (DOU de 12/03/2020 – seção 1) com inicio de vigência para 03/02/2021 e com nova Portaria SEPRT/ME nº 1.295 de 02 de fevereiro de 2021 que prorrogou o início da vigência para 02/08/2021.

Como grande novidade no texto traz a obrigatoriedade da ***Organização*** implantar, por estabelecimento, o gerenciamento de riscos ocupacionais (GRO) nas suas atividades laborais. O GRO por sua vez deve constituir um programa de gerenciamento de riscos (PGR).

Sem dúvida um avanço para a prevenção da saúde do trabalhador possibilitando a redução dos índices dos acidentes de tabalho.

2.3. O GERENCIAMENTO DE RISCOS OCUPACIONAIS E O PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

Conforme a NR1 (item 1.5.3.2), a Organização deve:

- Evitar riscos ocupacionais que possam ser originados no trabalho;
- Identificar os perigos e possíveis lesões ou agravos à saúde;
- Avaliar os riscos ocupacionais indicando o nível de risco;
- Classificar os riscos ocupacionais para determinar a necessidade de medidas de prevenção;
- Implementar medidas de prevenção conforme classificação dos riscos;
- Acompanhar o controle de riscos ocupacionais.

Figura 1 - Estruturação do GRO

Fonte: Capacitação PGR/GRO CEETEPS. Adaptada pelo autor.

A figura 1 acima apresenta a estrutura do GRO em conformidade com a NR1. Pode-se observar as etapas da identificação de perigos, em seguida a avaliação dos riscos onde acontece a sua classificação e na sequência o controle dos riscos. É através da classificação dos riscos que se estabelece o plano de ações.

Outra novidade na NR1 é o levantamento preliminar de perigos onde pode-se de imediato elaborar um plano de ações para os perigos identificados nessa fase. Não se deve esperar acabar o estudo por completo para agir em situações que já foram identificadas na análise preliminar de perigos e merecem atenção rápidas.

Planilha 1 – Modelo de análise preliminar de perigos

LOGO	ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS – APP	Nº: ELABORAÇÃO: REVISÃO: -
NOME DA EMPRESA:	LOCAL DO SERVIÇO:	Nº FUNCIONÁRIOS PREVISTOS:
DESCRIÇÃO PRÉVIA DAS TAREFAS REALIZADAS NO SETOR:		

ETAPAS	PERIGOS	POSSÍVEIS EFEITOS	EPI NECESSÁRIOS	CONTROLE
OBSERVAÇÕES:				
RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO				
NOME DO RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO:	CARGO E REGISTRO PROFISSIONAL:		ASSINATURA:	

Fonte: Capacitação GRO/PGR CEETEPS – Adaptada pelo autor

Na planilha 1, um modelo de formulário que pode ser utilizado para a análise preliminar de riscos.

Observa-se também na NR1em seu item 1.5.4.4.2.1 que "a organização deve selecionar as "ferramentas" e técnicas de avaliação de riscos que sejam adequadas ao risco ou circunstância em avaliação.

2.4. CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

Os riscos segundo a NR 1, serão classificados em função da gradação da severidade das lesões ou agravos à saúde deve levar em conta a magnitude da consequência e o número dos trabalhadores possivelmente afetados e a gradação da probabilidade de ocorrência de lesões ou agravos à saúde devendo levar em conta os requisitos estabelecidos em normas regulamentadoras; as medidas de prevenção implementadas; as exigências da atividade de trabalho e a comparação do perfil de exposição ocupacional com valores de referência estabelecidos na NR9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais-PPRA) que com o novo texto passará a ser denominada : Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos, biológicos (Portaria SERPRT 1.295, de 02/02/21).

Nas tabelas abaixo observa-se as matrizes da American Industrial Hygiene Association (AIHA) e da Bristish Standard (BS) utilizadas para classificação dos riscos.

Tabela 1– Matriz da American Industrial Hygiene Association (AIHA):2015

Índice do efeito	Índice de probabilidade da exposição				
	0	1	2	3	4
0	Risco trivial	Risco trivial	Risco trivial	Risco trivial	Risco baixo
1	Risco trivial	Risco baixo	Risco baixo	Risco baixo	Risco moderado
2	Risco trivial	Risco baixo	Risco moderado	Risco moderado	Risco moderado
3	Risco trivial	Risco moderado	Risco moderado	Risco alto	Risco alto
4	Risco trivial	Risco moderado	Risco moderado	Risco alto	Risco alto

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 – Probabilidade

GRADAÇÃO QUALITATIVA DA EXPOSIÇÃO/PROBABILIDADE

Categoria	Descrição
0 - Não há exposição	Nenhum contato com o agente ou contato improvável
1 - Exposição a níveis baixos	Contatos não frequentes com o agente
2 - Exposição moderada	Contato frequente com o agente a baixas concentrações / não frequentes a altas concentrações
3 - Exposição elevada	Contato frequente com o agente a altas concentrações
4 - Exposição elevadíssima	Contato frequente com o agente a concentrações elevadíssimas

Tabela 3 – Severidade

GRADAÇÃO QUALITATIVA DO EFEITO/SEVERIDADE

Categoria	Descrição
0	Efeitos reversíveis de pouca importância / desconhecidos ou apenas suspeitos
1	Efeitos reversíveis preocupantes
2	Efeitos reversíveis severos e preocupantes
3	Efeitos irreversíveis preocupantes
4	Ameaça a vida ou doença / lesão incapacitante

Fonte AIHA 2015

Tabela 4 – Estimativa de Níveis de Risco

ESTIMATIVA DOS NÍVEIS DE RISCO
American Industrial Hygiene Association (AIHA):2015

	CONSIDERAÇÕES TÉCNICO / ADMINISTRATIVAS DE ATUAÇÃO	
1	IRRELEVANTE (Risco Trivial ou Baixo)	Não prioritário. Ações dentro do princípio de melhoria contínua. Pode ser necessária avaliação quantitativa do GHE para confirmação da categoria, a critério do profissional de Higiene Ocupacional
2	DE ATENÇÃO (Risco Moderado)	Prioridade básica. Iniciar processo de avaliação quantitativa do GHE para confirmação da categoria e monitoramento periódico.
3	CRÍTICA (Risco Alto)	Prioridade preferencial. Adotar medidas de controle para redução da exposição e iniciar processo de avaliação quantitativa do GHE.
4	NÃO TOLERÁVEL (Risco Muito Alto)	Prioridade máxima. Adotar medidas imediatas de controle. Quando não, a continuidade da operação só poderá ocorrer com ciência e aprovação do gerente geral da unidade ou instalação. Iniciar processo de avaliação quantitativa do GHE para verificação do rebaixamento da categoria de risco.

Fonte: AIHA, 2015

Tabela 5 – Severidade x probabilidade - Matriz da Bristish Standard 8800:1996

Probabilidade	Severidade: Levemente Prejudicial	Prejudicial	Extremamente Prejudicial
Altamente Improvável	RISCO TRIVIAL	RISCO TOLERÁVEL	RISCO MODERADO
Improvável	RISCO TOLERÁVEL	RISCO MODERADO	RISCO SUBSTANCIAL
Provável	RISCO MODERADO	RISCO SUBSTANCIAL	RISCO INTOLERÁVEL

Fonte: Bristish Standard 8800:1996. Adaptado pelo autor

Tabela 6 – Ações em função da classificação dos riscos

NÍVEL DE RISCO	AÇÃO E CRONOGRAMA
TRIVIAL	Nenhuma ação é requerida e nenhum registro documental precisa ser mantido
TOLERÁVEL	Nenhum controle adicional é necessário. Pode-se considerar uma solução mais econômica ou a aperfeiçoamento que não imponham custos extras. A monitoração é necessária para assegurar que os controles são mantidos.
MODERADO	Devem ser feitos esforços para reduzir o risco, mas os custos de prevenção devem ser cuidadosamente medidos e limitados. As medidas de redução de risco devem ser implementadas dentro de um período de tempo definido. Quando o risco moderado é associado a conseqüências extremamente prejudiciais, uma avaliação ulterior pode ser necessária, a fim de estabelecer, mais precisamente, a probabilidade de dano, como uma base para determinar a necessidade de medidas de controle aperfeiçoadas.
SUBSTANCIAL	O trabalho não deve ser iniciado até que o risco tenha sido reduzido. Recursos consideráveis poderão ter de ser alocados para reduzir o risco. Quando o risco envolver trabalho em execução, ação urgente deve ser tomada.
INTOLERÁVEL	O trabalho não deve ser iniciado nem continuar até que o risco tenha sido reduzido. Se não for possível reduzir o risco, nem com recursos ilimitados, o trabalho tem de permanecer proibido.

Planilha 2 – Programa de gerenciamentos de riscos

MODELO INVENTÁRIO DE RISCOS OCUPACIONAIS

Identificação do Processo e/ou ambiente do trabalho			1
Ambiente de trabalho e/ou processo	Atividade e/ou tarefa	População exposta	

1	Identificação do(s) perigo(s)				2
	Descrição do(s) perigos	Fontes geradoras e/ou circunstância de exposição	Possível lesão ou danos à saúde	Resultado do monitoramento da exposição	

2	Medidas de prevenção existentes			3
	Controle de engenharia	Sinalização, avisos, e/ou controles administrativos	Equipamento de proteção individual (EPI)	

3	Avaliação do(s) risco(s)				Plano de ação existentes
	Probabilidade	Severidade	Nível de risco	Classificação De risco	

Fonte: elaborado pelo autor

Na planilha 2, pode-se observar um modelo de inventário de riscos de forma didática com apenas uma linha para preenchimento.

Naturalmente que a empresa deve criar sua planilha de acordo com sua realidade.

A planilha 3 abaixo, representa um modelo de plano de ação.

Planilha 3 - Modelo de plano de ação - elaborado pelo autor

LOGO DA EMPRESA	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS OCUPACIONAIS PLANO DE AÇÃO - MODELO						
Nº	Descrição	Classificação do Risco	Investimento Previsão(R$)	Prazo	Situação	Responsável	Evidências de conclusão
1							
2							
3							

Fonte: Capacitação CEETEPS – Adaptado pelo autor

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar e compreender a importância das alterações realizadas na Norma Regulamentadora 01 da Portaria 3214 do Mtb, introduzindo o Gerenciamento dos Riscos Ambientais (GRO) e o Programa de Gerenciamento de Riscos Ambientais (PGR) de aplicação obrigatória pelas empresas.

Esta pesquisa quanto a sua finalidade é pura e estratégica. Segundo Gil (2021, p.26), "a pesquisa pura busca o progresso da ciência, procura desenvolver os conhecimentos científicos sem a preocupação direta com suas aplicações e consequências práticas".

Ainda conforme (GIL, 2021, p.26), a pesquisa aplicada, apresenta muitos pontos de contato com a pesquisa pura, pois depende das suas descobertas e se enriquecer do seu conhecimento.

Quanto a abordagem este estudo classifica-se como exploratório e descritivo. A pesquisa exploratória de acordo com Duarte & Furtado (1999, p. 20), enfatiza a descoberta de ideias proporcionando um maior conhecimento de forma a esclarecê-la e tornando-a mais explícita. A pesquisa descritiva, descreve um fenômeno mediante um estudo realizado num contexto espacial e temporal (DUARTE & FURTADO, 1999, p. 21).

Quanto aos procedimentos utilizados, parte-se de uma pesquisa bibliográfica que é o estudo sistematizado desenvolvido através de material já elaborado principalmente livros, dissertações, e outros materiais impressos (DUARTE & FURTADO,1999, p.21).

As principais fontes de pesquisa utilizadas foram Portarias, artigos, dissertações e teses, além de site oficial do Ministério da Economia (Secretaria Especial do Trabalho).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O GRO/PGR são estratégias para proteger a saúde e a integridade física do trabalhador e desafio para mitigar a estatística dos acidentes do trabalho e doenças ocupacionais registradas nos bancos de dados oficiais.

O PGR - Programa de Gerenciamento de Riscos, substituirá os atuais PPRA - Programa de prevenção de riscos ambientais e o PCMAT - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção com a aposta de não ser apenas um documento, mas sim realmente uma ferramenta que contribui para a diminuição do passivo trabalhista tanto em vidas humanas como também o custo financeiro que a sinistralidade traz como consequência para empregados, empregadores e INSS.

Através da legislação referente a matéria, pode-se compreender as mudanças que ocorreram na referida Norma obrigando que os empresários, através das ferramentas de sua escolha, possam gerenciar os riscos ocupacionais de uma forma eficaz diminuindo assim o passivo resultante de acidentes de trabalho.

Nota-se também que a classificação dos riscos é fundamental para realização de um plano de ações que efetivamente venha garantir a integridade física e a saúde do trabalhador.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como pano de fundo compreender a avaliar a importância da classificação de riscos ocupacionais para elaborar um programa de gerenciamento com um plano de ações que possa realmente contribuir para a diminuição dos acidentes de trabalho que ocorrem em grande número no Brasil.

O tema se justifica pelo alto número de acidentes que ocorrem em nosso país e a necessidade de Normas que venham contribuir para a redução dos níveis de acidentes.

A problemática é que com as mudanças ocorrida na NR1, mesmo assim, seriam gerados documentos “sem vida” e que somente utilizados para cumprimento legal. Constata-se que se a norma for implementada na sua plenitude haverá ganhos para todos os envolvidos.

A hipótese é que se a Norma revisada possibilitasse o entendimento que com sua aplicação reduziria o passivo das empresas em relação a acidentes do trabalho teria uma aderência por elas, se constituindo em um documento “vivo” revisto a cada mudança nos ambientes de trabalho. A hipótese se convalida com a aplicação da norma trará benefícios para o empregador e para toda cadeia envolvida em um acidente do trabalho.

Como dificuldades encontradas, pode-se citar o fato que o assunto foi tratado de forma hipotética devido a norma ainda não estar vigente e também em função disso não ter a sua aplicação para levantamento real junto as empresas e opiniões dos empresários sobre tais mudanças.

Como recomendações, sugere-se outros estudos em relação a aplicação da norma, estudos esses em relação ao entendimento dos fiscais do trabalho, profissionais da área de segurança do trabalho, dos empregadores e também dos trabalhadores, além de estudos estatísticos para comparação de índices futuros.

REFERÊNCIAS

[1] DUARTE, S.V.; FURTADO, M.S. Manual para elaboração de monografias e projetos de pesquisa. Montes Claros: Unimontes, 1999.

[2] GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social/Antonio Carlos Gil. – 7.ed. – [Reimpr.]. -São Paulo: Atlas, 2021

[3] BRASIL. Portaria nº 6730, de 09 de março de 2020, Diário Oficial da União, DF, 12/03/2020 Disponível em:<https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/2020/portaria_seprt_6-730_-altera_a_nr_01.pdf > Acesso em : 18/07/2021.

[4] _____. Portaria nº 787, de 27 de novembro de 2018, Diário Oficial da União, DF, 29/11/2018-Seção I, disponível em:<https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/2018/portaria_sit_787_-estrutura_e_interpretacao_de_nrs-_atualizada_2019.pdf.> Acesso em: 18/07/2021

[5] _____. Portaria nº 1.295, SEPRT/ME de 02 de fevereiro de 2021, Diário Oficial da União, DF, 03/02/2021. Disponível <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-seprt/me-n-1.295-de-2-de-fevereiro-de-2021-302048136.> Acesso em: 18/07/2021

[6] _____. Portaria nº 3.214, Mtb de 08 de junho de 1978, Diário Oficial da União de 08 de junho de 1978. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/trabalhista/portariamte3214.htm > Acesso em:18/07/2021

[7] ANUÁRIO brasileiro de proteção. Revista Proteção, ed. anual. Novo Hamburgo, 2020. Disponível em: https://bc.pressmatrix.com/pt <BR/profiles/1227998e328d/editions/eb4f7f53ec03ef6991cf/pages/page/2>Acesso em:18/07/2020

[8] BRASIL. Nota informativa SEI nº 10/2019/CGSST/SIT/STRAB/SEPRT-ME. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/manuais-e-publicacoes/descricao_geral_estat_de_acidentes_no_brasil.pdf>. Acesso em: 18/07/2021

[9] BRASIL. Observatório digital de saúde e Segurança do trabalho. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst> Acesso em 18/07/2021

Capítulo 11

Tendência empreendedora dos acadêmicos do curso de engenharia de produção de uma universidade pública

Drienne Moreira Pazin
Cleston Alexandre dos Santos
Diego Gilberto Ferber Pineyrua
Alexandre Farias Albuquerque

Resumo: O objetivo do artigo é mensurar e analisar a tendência empreendedora dos estudantes de engenharia de produção de uma universidade pública a partir de cinco dimensões do teste TEG (Tendência Empreendedora Geral) (CAIRD, 1991): propensão ao risco, tendência criativa, necessidade de realização, necessidade de autonomia e impulso e determinação. A pesquisa realizada é de natureza descritiva. Os dados foram coletados por meio de questionário e analisados a partir de gráficos de média simples, utilizando o software excel® e da Análise de Correspondências (ANACOR). os acadêmicos estudados chegam próximos a atingir a postura empreendedora proposta pelo estudo de CAIRD (1991), mas apenas superam o valor esperado na dimensão "Impulso e Determinação". Traçando o perfil empreendedor da amostra, tem-se: aluno do sexo masculino, com até 25 anos, que estão entre o 2º e 6º semestre, trabalham e participam ou já participaram de alguma atividade extracurricular. Destaca-se ainda que quem está empregado atingiu desempenho melhor do que o grupo desempregado.

Palavras-Chave: Tendência Empreendedora Geral; TEG; perfil empreendedor; engenharia de produção.

1. INTRODUÇÃO

Considera-se que os jovens são, em certa medida, definidores do futuro de um país. Quando são estudantes de graduação em uma economia emergente em que pequena quota da população faz curso universitário, como ocorre no Brasil, a preparação oferecida pela educação superior pode aumentar seu potencial de resultado no futuro do país para beneficiar a maior parte da sociedade. Assim, aqueles estudantes que têm intuito empreendedor estariam mais propensos a dar contribuições significativas para o país. Desse modo, parece importante que se assegure a qualidade da educação em empreendedorismo (EE) nas universidades brasileiras (LIMA et. al., 2015).

Ademais, o cenário brasileiro experimenta mudanças no processo produtivo industrial e nas relações de trabalho e isto aponta para uma demanda maior pelo engenheiro com perfil empreendedor (LIRA; LIRA; MORAIS, 2005). Além disso, o Art. 3º da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019 aponta que o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora. Consequentemente, é fundamental para a formação do futuro engenheiro o desenvolvimento de características empreendedoras, tornando-se importante mensurar a tendência empreendedora dos estudantes de engenharia.

Considerando o desenvolvimento de novos empreendedores, Garavan e O'Cinneide (1994) pontuam que a capacidade empreendedora pode ser influenciada por intervenções da educação e por meio de treinamento. É nesse sentido, que as Instituições de Ensino Superior (IES) têm se tornado um local de incentivo ao empreendedorismo, isto é, agentes ativos que contribuem para o desenvolvimento econômico e social da região onde estão inseridas (GAMBI; MENEZES, 2019).

Para Costa *et al* (2019), existe considerável presença entre os cursos de Engenharia de Produção do ensino do empreendedorismo e da inovação, mas o quanto esse ambiente favorece o desenvolvimento da tendência empreendedora desses estudantes?

Assim esse estudo tem por objetivo mensurar e analisar a tendência empreendedora dos estudantes de Engenharia de Produção de uma universidade pública a partir de cinco dimensões do Teste TEG (Tendência Empreendedora Geral) (CAIRD, 1991): propensão ao risco, tendência criativa, necessidade de realização, necessidade de autonomia e impulso e determinação. Espera-se, dessa forma, a identificação de novas estratégias para incentivar a educação empreendedora no curso e na instituição.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. EMPREENDEDORISMO

Realizando um estudo sobre os fundamentos históricos da pesquisa empreendedora, landstrom e banner (2010) propuseram um modelo de divisão de três eras do pensamento empreendedor, sendo elas: era econômica (1870 – 1940), era da ciência social (1940-1970) e era dos estudos em gestão (1970-).

O empreendedorismo é um tema multidisciplinar, podendo ser definido como o processo de descoberta, evolução e exploração de oportunidades, afirmando-se por meio da inovação e criatividade contínuas (SHANE; VENKATARAMAN, 2000), conseguindo-se destacar algumas características, dentre elas a criatividade, tendo em vista o desenvolvimento de ideias, produtos ou soluções de problemas com valor para um ou mais indivíduos (HENNESSEY; AMABILE *apud* IMAGINÁRIO, 2017).

Já Gartner, Bird e Starr (1992) considera que o empreendedorismo é um fenômeno comportamental a nível individual ou organizacional, ou seja, são características intrínsecas a esse indivíduo as quais, segundo Caird (2013), podem ser cultivadas por meio da educação e do treinamento.

2.2. TENDÊNCIA EMPREENDEDORA GERAL (TEG)

Visando conhecer e apontar a tendência empreendedora dos alunos de Engenharia de Produção de uma universidade pública, é importante entender quem é empreendedor e quais características o definem melhor. O empreendedor não é apenas aquele que cria uma empresa, mas aquele que, estando em qualquer área (pesquisa, jornalismo, política, emprego em grandes empresas etc.), pode a ela agregar novos valores, valores positivos, passando a ser visto como uma pessoa audaciosa e que toma riscos

calculados. Essa visão de tomar riscos pode ser vista como uma dimensão do intraempreendedorismo, sendo relacionada a outras dimensões (ANTONCIC; HISRICH, 2001).

O estudo de Carland *et al* (1984) mapeou características empreendedoras em pesquisas publicadas entre os anos de 1848 até 1982, e verificou que algumas características se repetem nesses estudos, sendo elas: propensão ao risco, necessidade de autonomia/independência, criatividade, responsabilidade, realização e autoconfiança. Esses comportamentos se aproximam das definições das cinco dimensões do Teste TEG (CAIRD, 1991) utilizadas nesse estudo; corroborando com a ideia de que uma pessoa com tais comportamentos possui um espírito empreendedor.

2.3. TENDÊNCIA EMPREENDEDORA GERAL (TEG)

Como já apresentado, em 1991, Sally Caird apresenta o estudo *Testing Enterprising Tendency In Occupational Groups*, propondo um teste de Tendência Empreendedora Geral, para destacar as cinco características do empreendedor estudadas pela autora, sendo elas:

a) Propensão ao risco: pode ser operacionalmente definido como a habilidade de lidar com informações incompletas e agir numa opção arriscada, que requer habilidade para atingir objetivos desafiadores, mas realistas;
b) Tendência criativa: é a tendência de ser imaginativo, inovador, curioso e versátil;
c) Necessidade de realização: está relacionada à autoconsciência, planejamento, iniciativa, solução de problemas; busca por completar os objetivos em foco;
d) Necessidade de autonomia: busca pela independência ao realizar as atividades, sem ter de seguir regras pré-estabelecidas;
e) Impulso e determinação: é um conceito psicológico importante que está associado com a autoconfiança do indivíduo ao crer que o sucesso ou fracasso depende apenas de sua capacidade e esforço.

A partir dos diferentes resultados no teste TEG, Caird (1991) apresentou comportamentos esperados de uma pessoa, compilados por Dani *et al* (2017) no quadro 1.

Quadro 1 - Relação entre a dimensão e o resultado esperado pelo teste TEG

Dimensão	Pontuação	Indicativo
Propensão ao risco	Elevada	Indica um indivíduo com a habilidade de julgar se as consequências das falhas não superam o incentivo ao sucesso; além da aptidão para tomar decisões diante das incertezas.
	Baixa	Aponta uma postura mais cautelosa durante o processo de tomada de decisão; preferência por ambientes com mais certeza.
Tendência criativa	Elevada	Pessoas que apresentam preferências por novidades; tendem a ter ideias por serem orientadas pela imaginação e inovação.
	Baixa	Com baixo potencial imaginativo e uma preferência por implementar a ideia de terceiros.
Necessidade de realização	Elevada	Aponta uma orientação para a atividade, forte ética no trabalho, elaboração de metas desafiadoras.
	Baixa	Indivíduos que demonstram características voltadas para a falta de ambição e objetivos; naturalmente influenciáveis.
Necessidade de autonomia	Elevada	Relaciona-se à necessidade de independência, são pessoas com dificuldade a se adaptarem em trabalhos de baixa autonomia.
	Baixa	Remete à flexibilidade na tomada de decisões, com preferência em trabalhar com ou para outras pessoas, ao invés de gerenciar.
Impulso e determinação	Elevada	Tendência à proatividade, crença, autoconfiança, conquista de objetivos devido à capacidade e esforço.
	Baixa	Indivíduos com uma visão de que a vida é controlada por fatores externos, não por si só, com crenças de que o sucesso depende do destino.

Fonte: Adaptado de Dani et al (2017).

3. METODOLOGIA

A pesquisa realizada é de natureza descritiva, pois o foco é identificar como a distribuição das características ocorre (RICHARDSON,1999, p. 146) entre os discentes estudados. Segundo Cooper e Schindler (2003), o trabalho contém procedimentos de interrogação/comunicação por meio de questionário.

A aplicação do questionário ocorreu em de outubro de 2020 e ficou disponível por 40 dias, pelo método de *survey* eletrônico (formulário Google). A pesquisa contou com uma amostra composta de 130 respondentes, sendo: 37 (28,5%) discentes do curso de Administração (A); 22 (16,9%) de Ciências Contábeis (CC) e 71 (54,6%) de Engenharia de Produção (EP) da IES estudada. O objeto da pesquisa foram estudantes do curso de EP de uma universidade pública do Estado de Mato Grosso do Sul (MS), os resultados relacionados aos discentes dos cursos de Administração e Ciências Contábeis foram utilizados a fim de comparação.

Para a coleta dos dados, além do teste TEG, foram adicionadas algumas questões para entender o perfil dos respondentes, portanto, possuiu 3 partes que estão descritas abaixo:

a) Introdução: informações gerais sobre a pesquisa, em que se informava a garantia de anonimato na tabulação das informações do questionário;
b) Perfil do respondente: 14 (quatorze) perguntas relacionadas às informações pessoais e acadêmicas dos discentes, a fim de relacionar as tendências empreendedoras com determinados perfis;
c) Teste de Tendência Empreendedora Geral (TEG): teste TEG padrão, com 54 questões. traduzido para a língua portuguesa.

O teste foi utilizado para mensurar a Tendência Empreendedora Geral do objeto de pesquisa, contendo 54 questões que manifestam atitudes ou estilos empreendedores as quais os entrevistados assinalaram sua reação comum ao que foi afirmado (concorda ou não concorda).

A análise de dados foi realizada a partir de gráficos de média simples gerados a partir dos resultados do teste TEG, utilizando o software Excel®. Após os valores serem encontrados, pode-se comparar com a média esperada pelo estudo de Caird (1991) (linha vermelha destacada no gráfico) e, assim, apontar quais tendências empreendedoras mais se sobressaem entre os discentes estudados.

Também foi realizada a Análise de Correspondências (ANACOR) que consiste na união de variáveis categóricas e das questões em conjunto para realização de correlação, resultando em mapas perceptuais, que devem ser analisados a partir de sua aproximação. Dani et al (2017), aponta que a técnica mostra que quanto mais afastados do centroide e mais próximos estiverem das variáveis, maior é o poder associativo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A tabela 1 apresenta a segmentação dos alunos de engenharia de produção por idade, sexo, atuação profissional e participação em atividades extracurriculares:

Tabela 1 – Segmentação dos alunos em grupos

Variáveis		Porcentagem
Idade	Até 20 anos	35,21% (25)
	Entre 21 e 25 anos	59,15% (42)
	Entre 26 e 30 anos	4,23% (03)
	Acima de 30 anos	1,41% (01)
Sexo	Feminino	50,70% (36)
	Masculino	49,30% (35)
Atuação profissional	Não.	61,97% (44)
	Sim. Faço estágio na área.	9,86% (07)
	Sim. Faço trabalhos informais.	22,54% (16)
	Sim. Trabalho com carteira assinada.	5,63% (04)
Participação em atividade extracurricular	Não	22,54% (16)
	Sim	77,46% (55)

Fonte: Dados da pesquisa

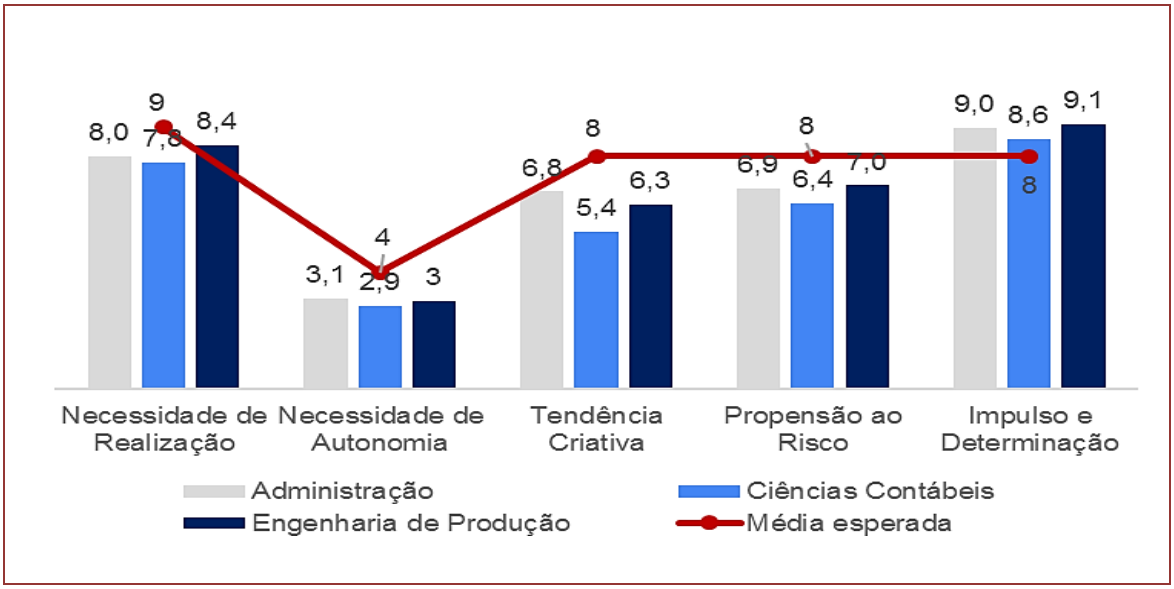
Pelos dados apresentados, pode-se caracterizar a amostra como graduandos com idade entre 21 e 25 anos, que estão no meio da faculdade, ainda não executam atividade profissional e já participaram de alguma atividade extracurricular.

4.2 RESULTADOS DO TESTE

Os resultados do teste TEG para cada amostra foram comparados com as médias estabelecidas pela metodologia do teste (representadas pela linha vermelha). A figura 1 mostra o gráfico resultante dos testes comparados em cada curso. Vale ressaltar que os três cursos possuem a disciplina de Empreendedorismo e/ou Administração de Pequenas Empresas.

A linha vermelha que corta o gráfico apresentado na figura 1 representa a média esperada de cada parâmetro no teste de Caird (1991). Percebe-se que a única dimensão que teve nota acima da esperada em todos os cursos foi a de "Impulso e determinação". Todas as outras tiveram resultados que ficaram abaixo do esperado.

Figura 1 - Resultados do teste TEG por curso

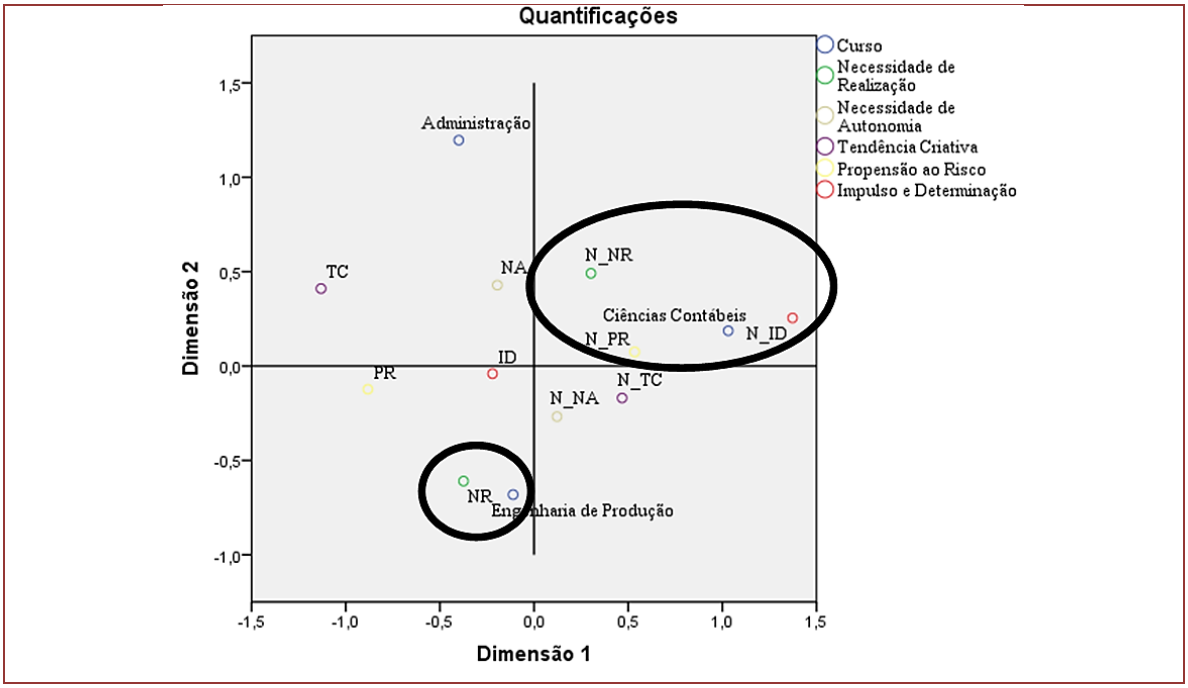


Fonte: Dados da pesquisa

Observando a figura e comparando o desempenho dos graduandos de Engenharia de Produção (EP) com os de Administração e Ciências Contábeis, é possível destacar um melhor desempenho em três dos cinco parâmetros analisados, sendo eles: necessidade de realização, propensão ao risco e impulso e determinação. Contudo, observa-se que esses dois últimos são apenas 0,1 pontos maiores do que os valores obtidos para os estudantes de Administração. Esse resultado dos alunos de EP corrobora com a pesquisa de Ferreira e Aranha (2008) com os alunos de Engenharia de Produção Mecânica da UNIFEI.

Vale ressaltar que a análise ANACOR trouxe resultados muito semelhantes a esse, como mostra a figura 2, abaixo:

Figura 2 - análise de correspondências por curso



Legenda: Necessidade de Realização (NR); Necessidade de Autonomia (NA); Tendência Criativa (TC); Propensão ao Risco (PR); Impulso e Determinação (ID); Não apresentou Necessidade de Sucesso (N_NR); Não apresentou Necessidade de Autonomia (N_NA); Tendência Criativa (N_TC); Propensão a Riscos (N_PR); Impulso e Determinação (N_ID).

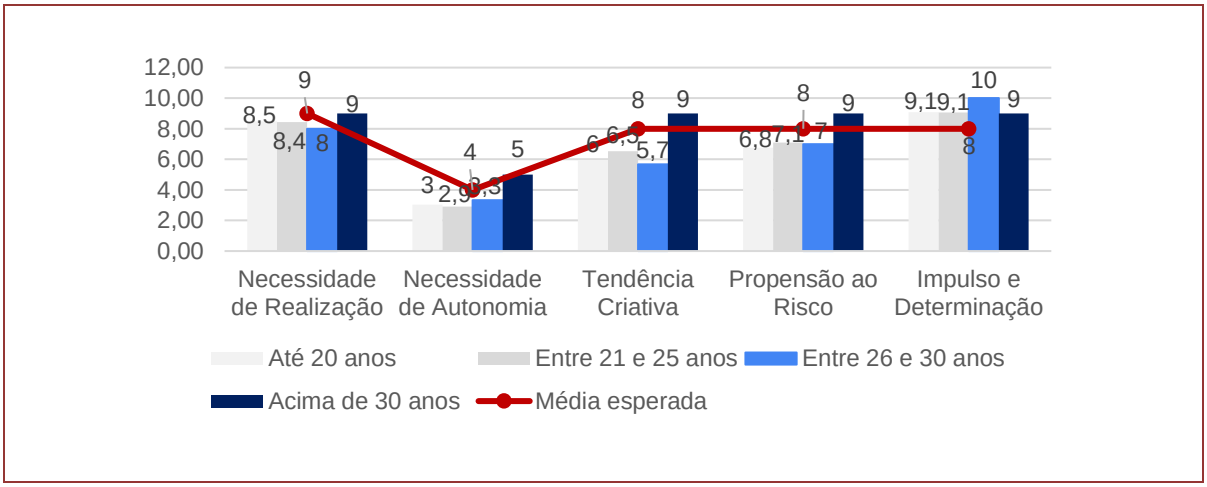
Fonte: Dados da pesquisa

Pela análise ANACOR percebe-se que o único curso que trouxe forte correlação com algum parâmetro foi Engenharia de Produção junto à "necessidade de realização", sinalizada pelo círculo menor no terceiro quadrante (abaixo, à esquerda), significando que existe uma maior probabilidade dos alunos com necessidade de realização serem estudantes de EP.

Os resultados seguintes estão segmentados apenas considerando os estudantes de EP, sendo divididos por idade, sexo, situação de trabalho e participação em atividades extracurriculares.

Seguindo a ordem apresentada acima, o primeiro dado a ser mostrado será o parâmetro **"idade"** (figura 3):

Figura 3 - Resultados do teste TEG por idade (Engenharia de Produção)



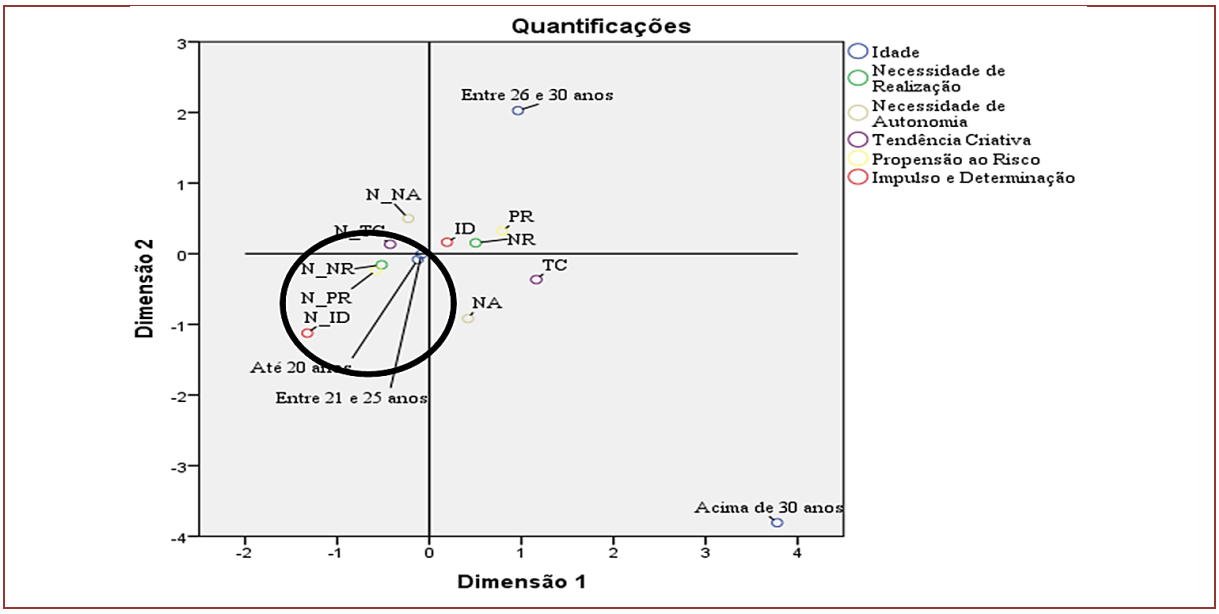
Fonte: Dados da pesquisa

Essa análise torna-se um pouco mais complexa, visto que, se houver apenas a observação gráfica, fica nítido que o grupo acima de 30 anos obteve melhores resultados na pesquisa e é nesse ponto que outra análise como a ANACOR se torna relevante. Mas antes de trazê-la, deve-se ressaltar que apenas 1,41% (1 pessoa) da amostra fazia parte dessa faixa etária, ou seja, esse aluno especificamente possui tendências empreendedoras acima da média em todos os parâmetros. Essa pontuação também deve ser realizada para o grupo de 26 a 30 anos, visto que representam apenas 4,23% dos pesquisados (3 pessoas).

Considerando então o grupo com idade entre 21 e 25 anos como parcela mais representativa da amostra, tem-se que os alunos obtiveram resultados acima da média esperada somente na tendência "impulso e determinação" e alcançaram resultados próximos do proposto nas dimensões "necessidade de realização", "tendência criativa" e "propensão ao risco" e resultados menores que o esperado em "necessidade de autonomia".

Com a ANACOR, observa-se na Figura 4 que vários fatores estão próximos do centróide. Ao analisar o grupo com até 20 anos e o grupo entre 21 e 25 anos, grupos que possuem mais respondentes, é possível inferir que apresentam uma maior associação com a tendência empreendedora impulso e determinação, sendo que essa associação é mais forte no grupo entre 21 e 25 anos. Quanto aos grupos entre 26 e 30 anos e acima de 30 de anos, observa-se que não há uma associação forte com as tendências empreendedoras. Neste caso, vale ressaltar que todos os grupos de idade são analisados em conjunto, sendo que apenas 3 (4,23%) participantes da pesquisa estão no grupo entre 26 e 30 anos e 1 (1,41%) participante está no grupo acima de 30 anos, o que não pode ser considerado representativo diante da amostra analisada.

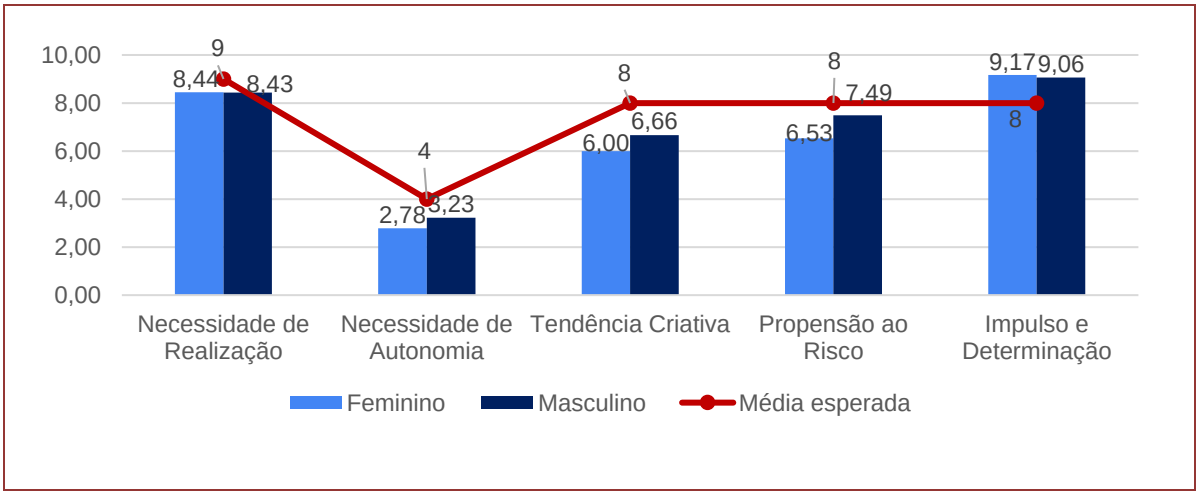
Figura 4 - Análise De Correspondências por idade (Engenharia de Produção)



Fonte: Dados da pesquisa

Considerando o parâmetro **"sexo"**, observa-se os respectivos resultados (figura 5):

Figura 5 - resultados do teste teg por sexo (engenharia de produção)



Fonte: Dados da pesquisa

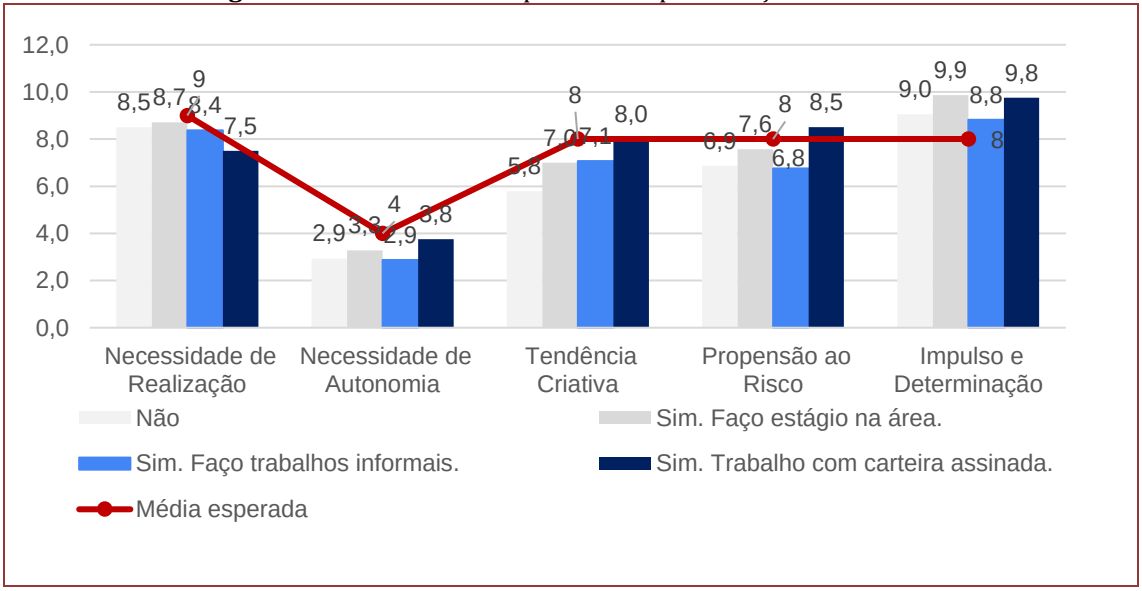
Em geral, o sexo masculino obteve melhor desempenho nos parâmetros "necessidade de autonomia", "tendência criativa" e "propensão ao risco", apesar das notas ainda serem mais baixas do que o esperado. No entanto, em "impulso e determinação", as mulheres se destacaram, mas diferenciando-se em apenas 0,1 ponto.

Para essa análise, pode-se pontuar:

- Proximidade com os resultados encontrados no estudo de Ferreira e Aranha (2008), com parâmetros acima da média para "impulso e determinação", resultado próximo para "propensão ao risco" (nesse caso principalmente para o sexo masculino);
- Difere quando comparado ao mesmo estudo se for considerado o parâmetro "necessidade de realização" em que, nessa pesquisa, os resultados ficaram próximos à média esperada.

Considerando os resultados de acordo com a **"situação de trabalho dos estudantes"**, tem-se (figura 6): É aparente que os discentes com emprego têm resultados melhores do que quem está desempregado, mesmo com notas abaixo da média para os quatro primeiros parâmetros: "necessidades de realização", "necessidade de autonomia", "tendência criativa" e "propensão ao risco". Considerando que a Engenharia de Produção no campus de Três Lagoas é um curso integral com matérias de sala de aula até o nono semestre, torna-se necessária muita resiliência e postura empreendedora por parte desses estudantes para conseguir administrar o trabalho e estudos.

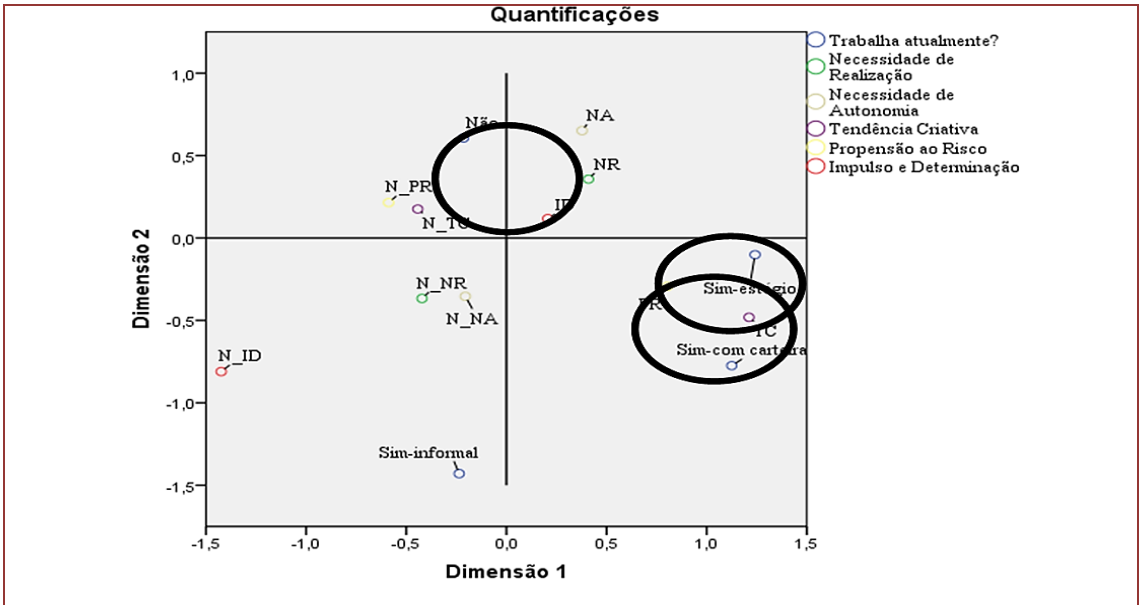
Figura 6 - Análise de correspondências por situação de trabalho



Fonte: Dados da pesquisa

Contudo, ainda vale pontuar que a maioria dos respondentes (44 estudantes) são os desempregados. Para esse grupo, destaca-se os parâmetros "necessidade de realização" e "impulso e determinação", sendo que esse último passou a média esperada.
Utilizando a análise ANACOR (figura 7), obtém-se:

Figura 7 - Análise de correspondências por situação de trabalho

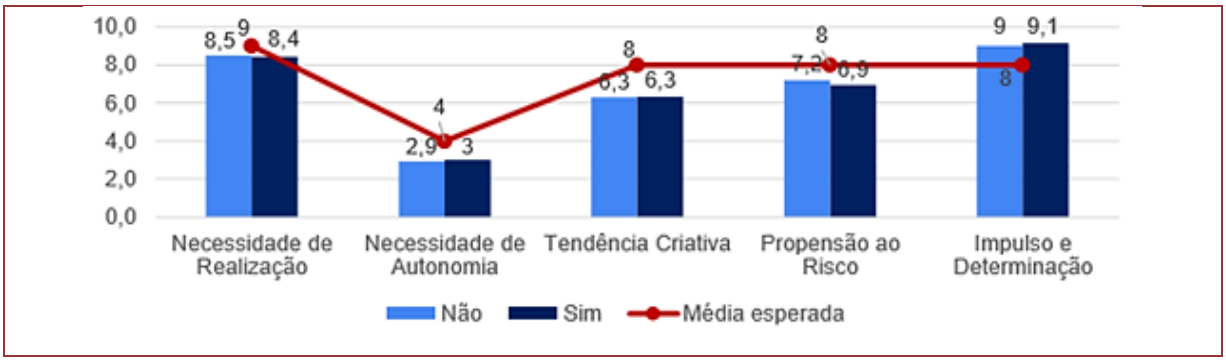


Fonte: Dados da pesquisa

No segundo quadrante (parte superior, lado esquerdo) existe a correlação entre o grupo desempregado e notas mais baixas em "propensão ao risco" e "tendência criativa". Aqui percebe-se pela primeira vez a sobreposição entre relações. Existe uma relação mais próxima entre quem estagia e "propensão ao risco" e "tendência criativa", assim como acontece a relação entre as dimensões e os trabalhadores registrados. Isso pode acontecer porque, apesar do trabalhador registrado obter maiores notas, ele tem baixa representatividade quantitativa na amostra (é apenas 1 pessoa).

Para o questionamento envolvendo **"participação em atividades extracurriculares"** (Associação Atlética, Centro Acadêmico e Empresa Júnior), os resultados foram (figura 8):

Figura 8 - Resultados do teste TEG por atividades extracurriculares



Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados para os cinco parâmetros foram bem semelhantes entre os grupos, com destaque para "impulso e determinação", em que os grupos superaram a média esperada por Caird (1991), seguindo a tendência das análises já encontradas.

Comparando com outros estudos, os resultados divergem de Lira, Lira e Moraes (2005), já que o único parâmetro acima da média mostrado no presente estudo é o de "impulso e determinação", sendo que a dimensão analisada no estudo referenciado está abaixo da média. Corrobora com Ferreira e Aranha (2008), onde o único parâmetro que sobressai é "impulso e determinação".

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que o objetivo principal desse trabalho foi mensurar e analisar a tendência empreendedora dos acadêmicos do curso de engenharia de produção de uma universidade pública, pode-se concluir que os acadêmicos estudados chegam próximos a atingir a postura empreendedora proposta pelo estudo de Caird (1991), mas apenas superam o valor esperado na dimensão "impulso e determinação". Quando comparados os cursos, nota-se que os alunos de Engenharia de Produção têm uma maior necessidade de realização e uma leve melhora nas dimensões "propensão ao risco" e "impulso e determinação". Entretanto, os futuros engenheiros têm uma propensão menor nas dimensões necessidade de autonomia e tendência criativa quando comparados aos futuros administradores (figura 1).

Uma possível razão para compreensão do resultado é que os estudantes de engenharia passam mais tempo na universidade, pela grade ser integral (quando comparados aos estudantes de administração e ciências contábeis, que são do noturno), têm matérias que envolvem o tema, por exemplo estratégia empresarial (5º semestre) e empreendedorismo (8º semestre) e ainda, em sua maioria, fazem parte do centro acadêmico, associação atlética e empresa júnior do curso. Essa conclusão corrobora com os resultados encontrados por Andrade et al (2018), que considera, pela visão dos discentes, a universidade como um dos maiores disseminadores do empreendedorismo.

Traçando o perfil empreendedor da amostra (EP), tem-se: aluno do sexo masculino; com até 25 anos; que estão entre o 2º e 6º semestre, trabalham e participam ou já participaram de alguma atividade extracurricular.

Com os resultados obtidos, pode-se destacar que quem está empregado atingiu desempenho melhor do que o grupo desempregado, podendo ser pontuado que um maior apoio por parte da coordenação e

colegiado de curso (mudança nas cargas horárias, considerar o estágio para semestres anteriores) para os estudantes trabalharem, pode contribuir para desenvolvimento do comportamento empreendedor dos mesmos.

Além do mais, é imprescindível que as IES invistam em treinamentos para os professores, não somente aqueles que ministram à disciplina de empreendedorismo, para que, assim, todo corpo docente seja fomentador da cultura empreendedora e possa dar melhor suporte aos discentes. Também é importante, a aplicação de ferramentas pedagógicas que possam estimular a criatividade dos alunos e o interesse pelo assunto (GAMBI; MENEZES, 2019).

Para novos estudos, torna-se relevante comparar e tentar entender as disparidades que podem acontecer entre os resultados das análises de média simples e análise de correspondências, assim como a replicação do estudo em outras localidades e instituições de forma que seja traçado um perfil empreendedor dos estudantes de Engenharia de Produção em todo o Brasil.

REFERÊNCIAS

[1] ANDRADE, V.; et al. Educando para empreender: um retrato do perfil e da motivação para o empreendedorismo dos alunos do Campus de Mamanguape. Em: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO – ENEGEP, 38, 2018, Maceió. Anais. Maceió, 2018.

[2] CAIRD, S. The enterprising tendency of occupational groups. International Small Business Journal, v. 9, n. 4, Jul-Set 1991.

[3] CAIRD, S. General measure of Enterprising Tendency test. 2013. Disponível em:<https://oro.open.ac.uk/5393/2/Get2test_guide.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2020.

[4] CARLAND, J. W. et al. Differantiating entrepreneurs from small business owners: A conceptualization. Academy of management; 9, 2, Abr. 1984.

[5] CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CNE). Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. Diário Oficial da União, Brasília., 24 abr. 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30 mai. 2021.

[6] COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. Métodos de pesquisa em administração. 7. ed. Porto Alegre, Bookman, 2003.

[7] COSTA, A.T.A; et al Ensino superior em engenharia de produção: uma análise da formação do profissional e panorama dos cursos no Brasil. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO – ENEGEP, 39, 2019, Santos. Anais. Santos, 2019.

[8] DANI, A. C. *et al*. Tendência empreendedora nos discentes dos cursos de Administração e Ciências Contábeis de uma Instituição de Ensino Superior. **Revista Mineira de Contabilidade**, v. 2, n. 18, p. 54-69, mai. 2017.

[9] FERREIRA, R. C.; ARANHA, E. A. Análise do perfil empreendedor de graduados em Engenharia de Produção Mecânica. Universidade Federal de Itajubá. MG: UNIFEII, 2008.

[10] GAMBI, L. N.; MENEZES, E. G. T. Estudo do perfil empreendedor de alunos de engenharia de produção de uma universidade federal. IN: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SIMPEP, 26, 2019, Bauru. Anais. Bauru, 2019.

[11] GARAVAN, T.; O'CINNEIDE, B. Entrepreneurship education and training programs: A review of and evaluation. Journal of European Industrial Training, v. 8, n. 8, p. 3-12, Set. 1994.

[12] GARTNER, W. B., BIRD, B. J., & STARR, J. A. Acting as If: Differentiating Entrepreneurial from Organizational Behavior. Entrepreneurship Theory and Practice, v. 16, n. 3, p. 13–32, Abr. 1992.

[13] IMAGINÁRIO, S. S. E. **Criatividade e empreendedorismo em estudantes: influência da motivação e das práticas docentes**. 2017. 368 f. Tese (Doutorado) - Curso de Psicologia, Universidade do Algarve, Faro, 2017.

[14] LANDSTROM, H.; BENNER, M. Entrepreneurship research: a history of scholarly migration. In: LANDSTROM, H.; LOHRKE, F. (org). Historical foundations of entrepreneurship research. Great Britain: Edward Elgar Publishing. p. 15-45, 2010.

[15] LIMA, E. et. al. Ser seu Próprio Patrão? Aperfeiçoando-se a Educação Superior em Empreendedorismo. Revista de Administração Contemporânea, v.19, n.4, p.419,439, jul./ago. 2015.

[16] LIRA, H. L.; LIRA, W. S.; MORAIS, C. R. S. Vocação empreendedora dos estudantes de engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande – PB. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA - COBENGE, 33, 2005, Campina Grande. Anais. Campina Grande, 2005.

[17] RICHARDSON, R. J. et al. Pesquisa social: Métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1999.

[18] SHANE, S.; VENKATARAMAN, S. The promise of entrepreneurship as a field of research. Academy of Management Review, v. 25. n. 1. p. 217-226, jan. 2000.

Capítulo 12

Empreendedorismo: Análise dos micro e pequenos negócios que fecharam suas portas nos últimos anos no Vale do Paraíba e cidades adjacentes

Adriano Carlos Moraes Rosa
Celio Favoni
Herlandi de Souza Andrade
Ramon Oliveira Borges dos Santos
Vanessa Cristhina Gatto

Resumo: O objetivo deste artigo foi analisar causas e efeitos desses fechamentos e, respectivamente, quais propostas foram ou serão validadas para que novos empresários iniciem, ou que atuais negócios permaneçam abertos. O tema diz respeito à sobrevivência dos pequenos negócios provenientes de ações empreendedoras no Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo e no Brasil, proposta esta, que foi organizada de acordo com resultados anteriores de pesquisa que informavam que mais de 800 mil pequenos negócios fecharam as portas apenas no primeiro semestre de 2020. Até a submissão deste trabalho mais de 12 milhões de funcionários foram demitidos em razão de vários efeitos econômicos, mas principalmente, em decorrência da pandemia de Covid 19, situação que se agrava a cada dia. Diante dos métodos de pesquisa bibliográfica, documental, aplicada e survey, com abordagens quantitativas e qualitativas, espera-se contribuir na área acadêmica e educacional, assim como, colaborar e promover mudanças tecnológicas e organizativas, motivar a melhoria da qualidade de vida e geração de renda aos pequenos empresários e empreendedores.

Palavras-Chave: Administração. empreendedorismo. mapeamento. pequenos negócios. sobrevivência.

1. INTRODUÇÃO

Provenientes do empreendedorismo, as micro e pequenas empresas geram milhares de vagas de emprego e renda no Brasil. Possuem um enorme e diversificado portfólio de produtos e serviços, e estão inseridas em vários setores da sociedade. O Empreendedorismo é explicado por vários autores como um processo em que ideias e ações são trabalhadas para que novos negócios se desenvolvam ou para que mudanças aconteçam em negócios já existentes. É um termo bastante comum e frequentemente empregado nos ambientes acadêmicos e empresariais, e seu processo muitas vezes está relacionado à inovação e a criatividade.

Entretanto, recentemente, no Brasil e no mundo, são também numerosas as notícias de mortalidade precoce de ideias e de pequenas empresas provenientes do empreendedorismo. Várias delas tem seus números de fechamento acelerados devido à pandemia de Covid 19, fato que repercute diretamente na diminuição de postos de trabalho (formalizados ou não) e portas de comércio fechados. As economias nacional e global entram em colapso. Enquanto algumas pessoas possuidoras de alguma estrutura ainda resistem (e não sabem até quando), vários empreendedores devido aos prejuízos acumulados deixaram ou deixarão de arriscar novamente enquanto essa situação perdurar.

Sim, infelizmente, a mortalidade precoce e o fechamento dessas empresas têm tirado o sono de vários gestores ou candidatos a este título. Fatores como a falta de planejamento ou planejamento equivocado, planos de negócios incompatíveis com a realidade das MPEs, a inexperiência e falta de capacitação dos gestores, a falta de fiscalização e acompanhamento, a confusão causada pela mistura de contas pessoais e corporativas, a falta de divulgação e o desequilíbrio no fluxo de caixa, são potenciais cruciais de fracasso.

Este artigo objetiva analisar as causas e efeitos dos fechamentos de micro e pequenos negócios no Vale do Paraíba (e adjacências) e, respectivamente, quais propostas foram ou serão validadas para que novos empresários iniciem, ou que atuais negócios permaneçam abertos. Já como objetivos específicos foi proposto identificar/propor atualizações conceituais e práticas sobre os temas inovação e empreendedorismo e cenário/ambiente atual das micro e pequenas empresas do Vale do Paraíba e regiões adjacentes do estado de São Paulo, mapear micro ou empresas de pequeno porte que fecharam suas portas e impacto desse fechamento nessa região, identificar iniciativas de sucesso (micro empresários/empreendedores que resistem à crise) e de recuperação para essas empresas (estratégias adotadas), identificar fatores limitadores, facilitadores e estratégias de enfrentamento de crise.

Utilizou-se como métodos as pesquisas exploratória, bibliográfica e documental, como também, para o melhor entendimento situacional, os autores optaram por inserir uma pesquisa survey ou levantamento. Dessa forma, a elaboração da pesquisa se justifica também pela atual necessidade de estudo, proposta de análise e apontamento das possíveis causas geradoras de mortalidade de pequenos negócios (micro e pequenas empresas - MPEs), além de propor sugestões para diminuir a vulnerabilidade desse tipo de negócio. Pretende-se também colaborar para que atuais ou futuros negócios permaneçam abertos, e gerando emprego e renda, sustentando e contribuindo com os setores acadêmico, educacional, econômico, inovativo e social.

O artigo é composto por esta Introdução ou capítulo 1. Segue com a Fundamentação Teórica no capítulo 2 que apresenta a revisão dos temas *Micro e Pequenas Empresas (MPEs)*, *Empreendedorismno, Mortalidade e Fechamento de Empresas: causas e efeitos* e, por fim, *Mortalidade de Empresas devido à pandemia de Covid 19.* O capítulo 3 registra um detalhamento da Metodologia e Procedimentos adotados. Já na seção 4 são informados os Resultados e a Discussão inseridas em um tratamento situacional. O encerramento encontrado na seção ou capítulo 5, Considerações Finais do artigo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa base conceitual abrange os principais temas tratados no artigo, ou seja, pequenos negócios (Micro e Pequenas Empresas MPEs), Empreendedorismo, Mortalidade e Fechamento das Pequenas Empresas, Causas e Efeitos.

2.1. MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (PEQUENOS NEGÓCIOS) MPEs

Filion (1990), décadas atras já explicava que na maioria das tentativas de definição para uma tipologia de pequenas empresas nos mais variados países foram realizadas, não apenas por razões fiscais, mas sim, porque existia a necessidade de estabelecer parâmetros de identificação dessas empresas, as tornando elegíveis para receber benefícios oferecidos pelos governos. Assim, adotando os parâmetros estabelecidos, pelo autor, pode-se selecionar empresas potenciais para programas de terceirização ou de fornecimento de produtos e serviços para o próprio governo.

Leone (1991) apresentou parâmetros para caracterizar pequenos negócios (PMEs), apontando o número de colaboradores, uma especificação quantitativa e fácil de coletar e manipular. Esse critério de mensuração econômico e social também permite observar a absorção de mão de obra, nível de renda e produtividade da empresa. Com a definição do tamanho pelo número de empregados fica implícita a premissa de que o critério determina também a produtividade ou o valor da transformação industrial. Esse autor (LEONE, 1991) também propôs as vendas e o faturamento como parâmetro quantitativo, pois este indica o movimento operacional financeiro da empresa e, com a Receita Federal Brasileira como parceira, combinado com o capital social, objetiva a execução da política fiscal que resulta em grande apoio para o segmento.

Dessa forma, de acordo com Filion (1990), Leone (1991) e SEBRAE (2020), a classificação ou porte entre as empresas se dá pelo critério apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Critério de Classificação do Porte de Empresas – Número de Colaboradores

Classificação	Indústria	Comércio e Serviços
Micro	Até 19	Até 09
Pequenas	20-99	10-49
Médias	100-499	50-99
Grandes	Acima de 500	Acima de 100

Fonte: Adaptado de Filion (1990), Leone (2020) e Sebrae (2020)

De Almeida e Werke (2018) apontaram sem sua pesquisa características próprias dos pequenos negócios, tendo como pontos essenciais a direção relativamente pouco especializada, relações pessoais estreitas entre os dirigentes, encarregados, clientes e fornecedores, falta de acesso ao capital através de um mercado de capital organizado e falta de força particular em negociações de compras e vendas, assim como forte integração à comunidade pertencente.

E, recentemente, Otto e De Castro Vieira (2020), escreveram que, apesar da quantidade de empreendedores no Brasil ser grande, alcançando praticamente 30 milhões de pessoas em 2019, os esforços das políticas públicas para trazer a maioria dos pequenos negócios para a formalidade ainda não surtiram os efeitos desejados. Em 2019 57,8% dos empreendedores ainda eram de potenciais empresários informais. Os autores salientam que, dentre outros desafios das políticas públicas do país, destacam-se a criação de melhores condições para presença da mulher e do jovem no empreendedorismo, assim como, criar mecanismos de ajuda para mantê-los como empreendedores. Desde 2017 os pequenos negócios (ou MPEs) assumem papel importante para as economiaslocais e regionais, contudo esses empreendimentos costumam encontrar dificuldades para sobreviver no mercado e alcançar um bom desempenho econômico e fecham portas em menos de dois anos (SEBRAE, 2020).

Esses negócios são responsáveis por grande parte dos empregos com carteira assinada gerados no setor privado brasileiro. Existem cerca de 10 milhões delas no Brasil, sendo responsáveis por aproximadamente 30% do PIB nacional, ao qual vem em crescente aumento com o passar dos anos. São importantes para a economia nacional, estando a maioria delas situadas principalmente nos setores como comércio, indústria, serviços e agroindústria.

2.2. EMPREENDEDORISMO

Segundo Wennekers e Thurik (1999), empreendedorismo não é sinônimo de pequeno negócio, mas as pequenas empresas são um veículo importante, através das quais as pessoas podem canalizar suas ambições empreendedoras. Já de acordo com Seelig (2011), o ato de ser empreendedor é um ato de liderança, pois ele está criando algo a partir do nada. Uma das grandes qualidades que definem a liderança é pegar os recursos que se tem agora e levá-los para um lugar melhor, para uma nova fase, uma nova era, ou no caso de um empreendedor, pegar uma ideia ou o sonho e transformá-lo em realidade.

Hisrich, Peters e Shepherd (2014) explicam que no mundo dos negócios, o termo se refere à busca por novas oportunidades por meio da inovação e da criatividade, então, para os autores, empreender como fazer algo novo e diferente dentro de um mercado, de uma empresa ou para a sociedade. Já para Sosnowski (2018), o empreendedorismo é a competência que uma pessoa tem de identificar problemas e oportunidades, desenvolver soluções e investir recursos na criação de algo positivo para a sociedade. Também pode ser um negócio, um projeto ou mesmo um movimento que gere mudanças reais e impacto no cotidiano das pessoas.

Concordante, Mangili (2019), explica que o empreendedorismo, de uma forma geral, é essencial nas sociedades e, por meio dele empresas buscam a inovação. É a ferramenta ou o conhecimento que proporciona a oportunidade para quem pretende ter um negócio próprio (por opção ou por vocação).

Dessa forma, neste artigo, os autores são concordantes que empreendedores procuram transformar conhecimentos, ideias e sonhos em novos serviços e/ou produtos, inclusive, atualmente, inúmeros são os cursos de nível superior com ênfase nesse tema, cujo objetivo é transformar e formar indivíduos para criar, inovar e modificar organizações, desenvolver um negócio, moderando também o recente cenário econômico. Empreender é uma ação pertinente e necessária.

2.3. MORTALIDADE E FECHAMENTO DE EMPRESAS: CAUSAS E EFEITOS

Para Mahamid (2012), a mortalidade precoce de uma empresa pode ser ocasionada pela opressão das grandes empresas, limitações do mercado, dificuldades na obtenção de recursos financeiros, o gerenciamento do capital de giro e a carga tributária elevada. Outro elemento que contribui bastante para o fechamento das empresas é a baixa capacidade do empresário responsável para gerir seus negócios, fato explicado pela pouca ou nenhuma escolaridade de alguns desses gestores citados na pesquisa.

Roratto, Dias e Alves (2017) também explicam que apesar de toda importância econômica destes empreendimentos, as micro, pequenas e médias empresas do mundo todo encontram muitas dificuldades para o enfrentamento e sobrevivência no mercado. Esta informação pode ser evidenciada geralmente pelo curto tempo de vida destas empresas, (de aproximadamente 5 anos para cerca de 90% das organizações), dessa forma, é incontestável a necessidade de criação de instrumentos capazes de diminuir os índices de mortalidade empresarial e programas de promoção atualizados que incorporem conhecimentos teóricos e empíricos acumulados.

O SEBRAE (2018) relatou alguns motivos “contribuintes” para o encerramento prematuro de pequenos negócios onde foram identificados seis conjuntos desses fatores: a) ausência de um comportamento empreendedor; b) ausência de um planejamento empresarial prévio e adequado; c) deficiências no processo de gestão empresarial; d) insuficiência de políticas públicas de apoio aos pequenos negócios; e) dificuldades decorrentes da conjuntura econômica e, por fim; f) problemas “pessoais” impactando sobre o negócio. Dessa forma, quando considerados o tempo de pesquisa, verificou-se que as causas da mortalidade dos pequenos negócios continuam sendo semelhantes a outros estudos já realizados pelo SEBRAE em anos anteriores, mostrando inclusive, potenciais melhorias ou até uma evolução positiva no período. Como exemplos citados, apontou-se o crescimento das políticas públicas de apoio aos pequenos negócios que evoluíram positivamente e a identificação de um progressivo aumento do número de empreendedores buscando formação especializada e/ou levantando informações antes da abertura de seus negócios.

Concordante, Nogueira em um trabalho um pouco mais recente (2019) também cita a crescente predisposição de criação e abertura de novos negócios no Brasil, mesmo diante de altos índices de mortalidade precoce das MPEs no país. Esses índices implicam e muito o sucesso numérico desses

pequenos negócios no país e, por isso, é essencial falar sobre a crescente e favorável repercussão positiva dos empreendedores e os seus diversos casos de sucesso, como também, é relevante entender o movimento inverso, o porquê do fracasso de tantas empresas e quais os valiosos aprendizados obtidos nesse processo. Em épocas de grande instabilidade e dificuldades (como esta gerada pela Pandemia de Covid 19), compreender "o que não fazer para fracassar" pode ser decisivo para criar estratégias efetivas de sobrevivência e sucesso. Exige-se muito treinamento, como observado por Magalhães e Borges (2001) em suas pesquisas.

Nesse contexto, a mortalidade precoce gera preocupação, tendo em seus dois primeiros anos a fase mais decisiva para continuidade de suas atividades. (GADELHA *et al*, 2019). Entretanto, piorando ainda mais a situação econômica, mais de 600 mil pequenas empresas fecharam as portas com Coronavírus só no primeiro semestre do ano de 2020 (CNN BRASIL, 2020).

2.3.1. MORTALIDADE DE EMPRESAS DEVIDO À PANDEMIA DE COVID 19

Conforme a obra de Ujvari (2011), a palavra Pandemia origina-se do termo grego *pandemias e s*ignifica "todo o povo". O termo é formado pela junção dos vocábulos gregos "pan" (todo, tudo) e "demos" (povo), que é também utilizado para descrever uma situação em que determinada doença apresenta uma distribuição em grande escala, espalhando-se por diversos países, ou seja, por todo o povo. Dessa forma, uma Pandemia é uma epidemia de grandes proporções.

Com a COVID-19 a humanidade experiencia uma das maiores e mais letais Pandemias da sua história. Trata-se de uma doença infecciosa causada pelo Novo Coronavírus ou SARS-CoV-2, que tem como principais sintomas o cansaço, a febre e a tosse seca, dor de cabeça, congestão nasal, conjuntivite, descoloração dos dedos das mãos ou dos pés, diarreia, dor de garganta, perda de olfato ou paladar e erupção cutânea na pele. Esses sintomas geralmente são leves e começam gradualmente (OPAS, 2021).

Em julho de 2020, o jornal espanhol El País (2020) publicou que a pandemia do Novo coronavírus chegou ao Brasil, 716.000 empresas fecharam as portas, de acordo com a pesquisa Pulso Empresa - Impacto da Covid-19 nas Empresas, realizada pelo IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e publicada na mesma época. Os valores do prejuízo correspondem a mais da metade de 1,3 milhão de empresas que estavam com atividades suspensas ou encerradas definitivamente na primeira quinzena de junho, devido à crise sanitária e, do total de negócios fechados temporária ou definitivamente, quatro em cada 10 (um total de 522.000 negócios) afirmaram ao IBGE que a situação se deveu à pandemia. O levantamento mostrou que o novo coronavírus teve um intenso impacto negativo em todos os setores econômicos, afetando especialmente o comércio, o setor de serviços e, principalmente as micro e pequenas empresas (MPEs).

Corroborando com o assunto, Belizário e De Almeida (2020), também publicaram que, no início do ano de 2020, a economia mundial entrou em colapso devido ao enfrentamento desse novo Coronavírus (COVID-19). Os países foram obrigados a fechar suas fronteiras, cidades inteiras estimularam o isolamento horizontal forçando o fechamento do comércio local. No Brasil, no dia 6 de fevereiro, foi decretada a lei de Nº 13.979/20 que determina as medidas adotadas pelo governo brasileiro referente ao enfrentamento ao COVID-19, impondo o isolamento social e a quarentena, resguardando apenas os serviços públicos e atividades essenciais, como supermercados, farmácias e padarias.

Por fim, Sales, De Barros e De Araújo Pereira (2008) consideram muito importante a realização de pesquisas como essa (relativa ao fechamento de MPEs) em outras cidades e microrregiões do país onde se possam fazer análises criteriosas e regionalizadas do perfil dos empreendedores e dos fatores condicionantes da mortalidade dos pequenos negócios.

3. MÉTODO

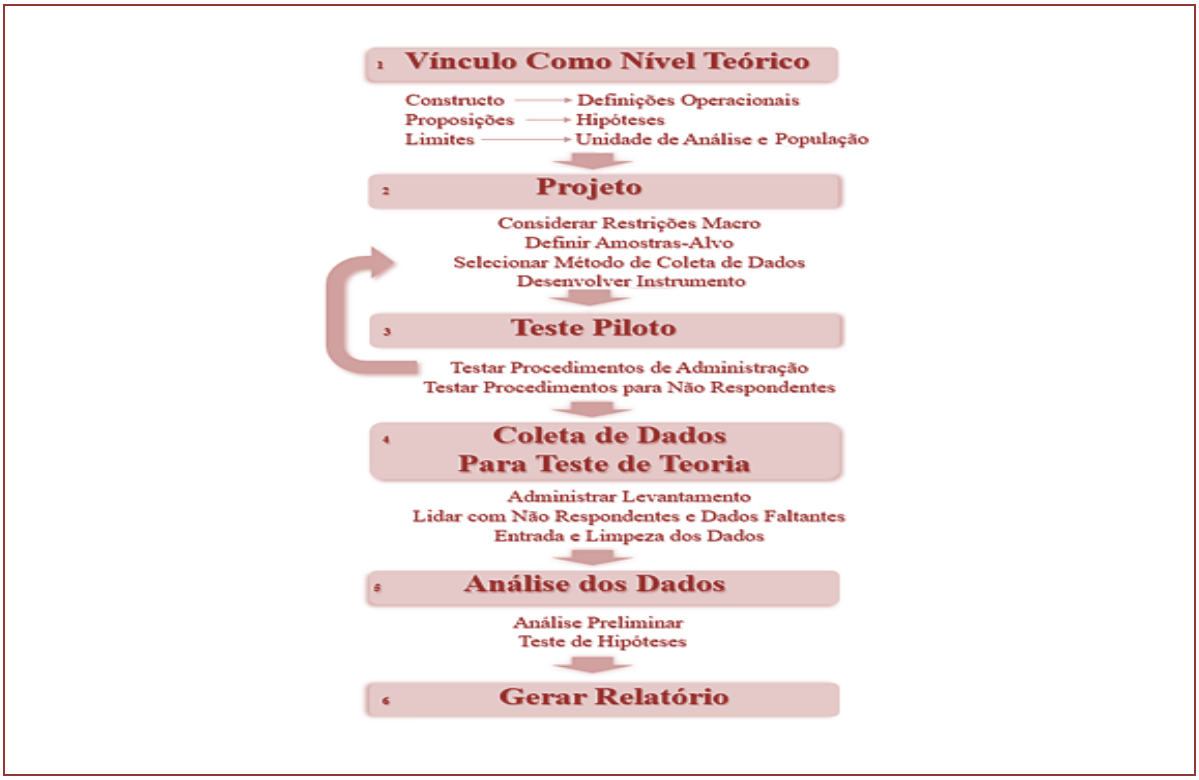
Desenvolveu-se pesquisa *aplicada* e *levantamento* ou *survey* sendo esta, uma pesquisa *descritiva* de caráter *exploratório*. O método foi amparado também pelas pesquisas *bibliográfica* e *documental*. A pesquisa exploratória, segundo Marconi e Lakatos (2021), deixa claro e prenuncia seu nome e objetivo, que é a "exploração" de situações, algo ou alguma coisa. Neste sentido, ela é bastante utilizada quando proporciona maior familiaridade com os problemas de pesquisa, visando construir hipóteses seguras. É uma metodologia que costuma envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que

tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Estrela (2018), em sua obra descreve a pesquisa bibliográfica como o tipo de método de pesquisa elaborado a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e/ou eletrônicos (livros, artigos científicos, páginas de web sites), sendo assim, qualquer trabalho científico deve ser iniciado com esse método. Já a pesquisa documental, aqui também utilizada, é um tipo de pesquisa que utiliza fontes primárias, ou seja, dados e informações que ainda não foram tratados científica ou analiticamente (MARTINS; MELLO; TURRIONI, 2014). Este método de pesquisa tem objetivos específicos e funciona como um excelente suporte, garantindo bons resultados para a pesquisa bibliográfica, como foi objetivado neste artigo.

A pesquisa *levantamento* ou *survey* é um método de coleta de informações diretamente de pessoas a respeito de suas ideias, sentimentos, crenças e de fundo social, educacional e financeiro (FORZA, 2002). As ações adotadas pelos autores consultados foram conduzidas seguindo as etapas descritas na Figura 1.

Figura 1: Etapas da Pesquisa Survey



Fonte: Adaptado de Forza (2002) e Martins, Mello e Turrioni (2014).

Estas pesquisas foram complementadas e somadas a outras bases de conhecimento que já haviam sido levantados em outras oportunidades, assim, comparando o material já adquirido, acrescentando e o atualizado foi feita a pesquisa (quanto à sua natureza) classificada como aplicada (MARCONI; LAKATOS, 2021), técnica assistida por investigação de um problema (neste artigo, o fechamento de pequenos negócios) relativo à aplicabilidade do conhecimento científico. Em relação aos objetivos realizou-se análise presencial e à distância com abordagem direta e indireta aos participantes, que se classifica como descritiva, que se propõe trabalhar em uma investigação declarada a respeito de um determinado assunto (fechamento de MPEs), como também, se estabelecem como objetivos observar, registrar, analisar e correlacionar fatos sem manipulá-los (MARTINS; MELLO; TURRIONI, 2014).

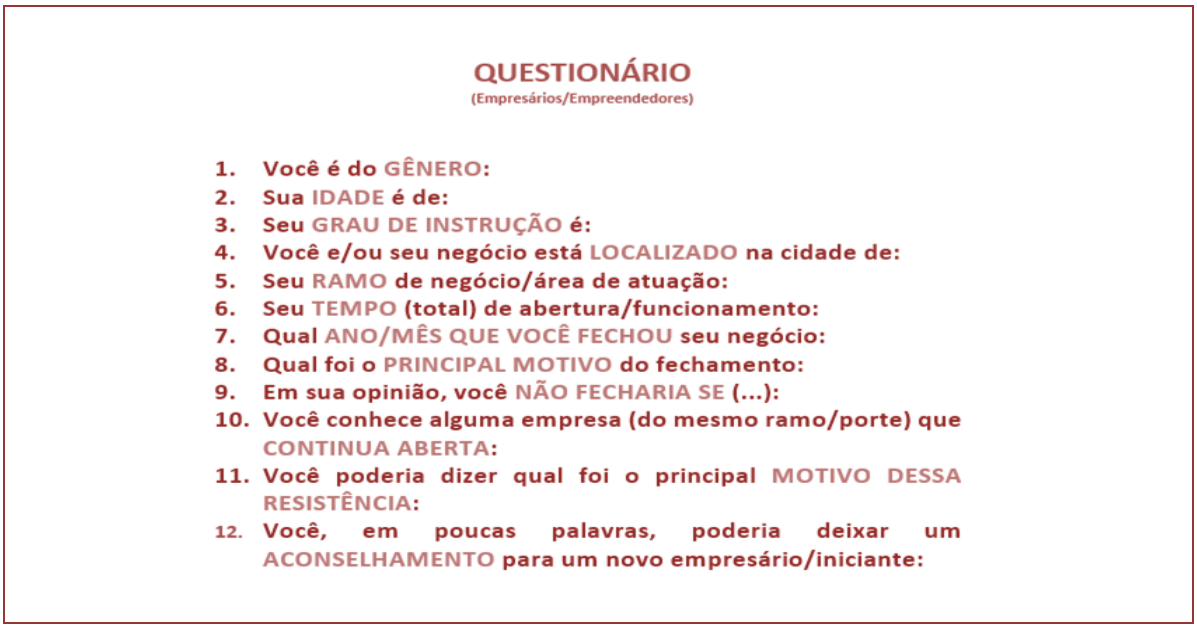
Foi elaborado um Questionário para prover melhor controle e facilidade de fechamento para a pesquisa Levantamento ou Survey. Para aplicá-lo, foram escolhidas duas ferramentas tecnológicas (googleforms e

surveymonkey) uma vez que, suas características de grande alcance permitiram respostas rápidas e focais. O propósito deste procedimento foi a obtenção de dados e informações sobre ações, características ou opiniões sobre o grupo representante da população-alvo e, que muito facilitam o acesso e colaboração das pessoas e instituições a serem pesquisadas (MARCONI; LAKATOS, 2021).

3.1. QUESTIONÁRIO

Como explicado na Figura 1, na Etapa de Projeto (2) foi necessário elaborar um Instrumento de Pesquisa. Este é apresentado a seguir (na Figura 2) e foi construído com o objetivo de coletar informações dos micros e pequenos negócios que fecharam portas nos últimos anos. Foi encaminhado direta e/ou indiretamente aos empreendedores, sindicatos e associações que, após um primeiro contato, se disponibilizaram a contribuir na pesquisa com suas experiências, expectativas e senso de cidadania. Foi aplicado primeiramente (como teste) entre os meses de fevereiro e maio de 2021. Desde então, a pesquisa segue coletando informações, pois será fechada apenas em outubro de 2021. É composto de 12 (doze) questões abertas para serem respondidas diretamente em papel, em entrevista ou em formato digital (nas plataformas *Surveymonkey* e/ou *Googleforms*). A Figura 2 mostra o Questionário elaborado e aplicado pelos autores.

Figura 2: Questionário Aplicado



QUESTIONÁRIO

(Empresários/Empreendedores)

1. Você é do GÊNERO:
2. Sua IDADE é de:
3. Seu GRAU DE INSTRUÇÃO é:
4. Você e/ou seu negócio está LOCALIZADO na cidade de:
5. Seu RAMO de negócio/área de atuação:
6. Seu TEMPO (total) de abertura/funcionamento:
7. Qual ANO/MÊS QUE VOCÊ FECHOU seu negócio:
8. Qual foi o PRINCIPAL MOTIVO do fechamento:
9. Em sua opinião, você NÃO FECHARIA SE (...):
10. Você conhece alguma empresa (do mesmo ramo/porte) que CONTINUA ABERTA:
11. Você poderia dizer qual foi o principal MOTIVO DESSA RESISTÊNCIA:
12. Você, em poucas palavras, poderia deixar um ACONSELHAMENTO para um novo empresário/iniciante:

Fonte: Elaborado pelos Autores

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à amostra trabalhada, embora a pesquisa não conte ainda com uma amostragem total finalizada (a pesquisa ainda está em andamento), ou seja, abrangendo todo o estado de São Paulo, para esse evento (SAEPRO, 2021), os resultados contemplam apenas algumas cidades da microrregião do Vale do Paraíba, ou seja, as cidades de Guaratinguetá, Lorena, Aparecida, Pindamonhangaba, Moreira Cesar, Cunha, Taubaté, Caçapava, São José dos Campos e Jacareí.

Quanto a metodologia, era o desejo dos autores de realizar uma Análise 100% Presencial com procedimento de Campo e/ou Visitação aos Respondentes, entretanto, já se previa que isso apenas ocorreria “se” fosse seguro. Até o momento de preparo e acerto deste artigo (junho de 2021), mesmo com visitas agendadas e algumas outras poucas realizadas, foi necessário o cancelamento desses eventos. Em decorrência da Pandemia de Covid 19, ou outros eventos que pudessem comprometer a saúde dos envolvidos, essa primeira análise foi realizada por reunião/chamada e demais recursos digitais, como já foi explicado na seção anterior.

4.1. QUADRO DEMONSTRATIVO DOS RESULTADOS COLETADOS

O Quadro 1, a seguir resume os resultados parciais da pesquisa.

Quadro1: Demonstrativo (parcial) dos resultados coletados

QUESTÕES	PRINCIPAIS RESULTADOS (EM PERCENTUAIS)
1. GÊNERO:	54% Homens 31% Mulheres 11% Outros 4% Preferiram não responder
2. IDADE:	19% de 18 a 27anos 41% de 28 a 37anos 32% de 38 a 50anos 8% mais de 50 anos
3. GRAU DE INSTRUÇÃO:	7% Primeiro Grau 39% Segundo Grau/Técnico 42% Graduados 12% Pós-graduados
4. LOCALIZAÇÃO do negócio:	14% Aparecida 4% Cruzeiro 5% Cunha 29% Guaratinguetá 5% Jacareí 13% Lorena 9% Pindamonhangaba 4% Roseira 9% São José dos Campos 8% Taubaté
5. RAMO do negócio/área de atuação:	36% Serviços 25% Alimento 17% Turismo 15% Entretenimento 7% Outros
6. TEMPO de abertura/funcionamento:	45% Entre 6 meses e 1 ano 32% Entre 1 e 2 anos 18% Entre 2 e 3 anos 3% Entre 3 e 5 anos 2% Mais de 5 anos
7. ANO/MÊS QUE VOCÊ FECHOU seu negócio:	10% Antes de Jan de 2019 31% Até Jul de 2020 44% Até Dez 2020 15% Até Jul 2021
8. PRINCIPAL (is) MOTIVO (s) do fechamento:	11% Concorrência (Desleal) 8% Mudou de Ramo 63% Pandemia Covid 19 10% Desconhecia Todas as Despesas/Burocracia 5% Sócio(s) Desistiu (ram) do Negócio 3% Outros
9. NÃO FECHARIA SE (...):	38% Estivesse Preparado para uma crise como a Pandemia Covid 19 21% Tivesse Instrução/Treinamento 28% Tivesse mais Estrutura (financeira, por exemplo) 15% Conhecesse mais do Negócio 3% O Negócio fosse "só meu"/ sem sócio(s) 7% Outros
10. Conhece alguma empresa (do mesmo ramo/porte) que CONTINUA ABERTA:	28% Sim 47% Não 25% Não Tenho Certeza/Não Posso Responder
11. Principal MOTIVO DA RESISTÊNCIA:	13% Tinham mais Instrução (Treinamentos, cursos etc.) 15% Estavam a mais Tempo 22% Tiveram que Mudar o Escopo/Projeto 41% Contavam com Estrutura (financeira, por exemplo) 2% Sócios se Entendiam Bem 7% Outros
12. ACONSELHAMENTO para um novo empresário/iniciante:	26% Seja Inovador/Diferente 20% Conheça o Negócio 34% Junte Capital 11% Instrua-se (Faça Treinamentos, Cursos, Workshops, Feiras etc.) 2% Associe-se Apenas com Pessoas de Extrema Confiança 7% Outros

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Até o envio deste trabalho, para o fechamento (parcial) da pesquisa levantamento/survey, os autores receberam **169 (cento e sessenta e nove)** respostas (provisórias). Provenientes de 58% (cinquenta e oito por cento) delas, foram os respondentes que se pronunciaram como representantes de pequenas empresas que fecharam suas portas. Outros **32% (trinta e dois por cento)** do montante de respostas foram encaminhadas por representantes de sindicatos e associações regionais contactados nesta pesquisa como "facilitadores" do processo de coleta de dados, número também representado por profissionais que perderam seu negócio nos últimos meses/anos. Mais da metade desses respondentes **(63% deles)** afirmaram que a Pandemia de Covid 19 foi a principal causadora do fechamento precoce dessas empresas ou negócios embrionários na região Valeparaibana. No entanto, outros **13% (treze)** respondentes se identificaram como micro ou pequenos empreendedores que "ainda" estão resistindo com seus negócios.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à atualização conceitual e prática sobre os temas inovação e empreendedorismo e cenário/ambiente atual das micro e pequenas empresas é verídico que o impacto positivo advindo das micro e pequenas empresas na economia global tem sua relevância e importância, inclusive aos olhos de governos se criam medidas e leis de forma a auxiliar o empreendedor, contudo a atual condição de micro e pequenas empresas segue desfavorável e como visto em pesquisas quantitativa e qualitativa no questionário apresentado (Quadro 1).

Essas resultantes estão em maior parte relacionadas a questões pessoais do próprio investidor, não estando somente ligado ao meio, ao ramo ou a crise econômica, mas sim ao comportamento não inovador, a falta de treinamentos e a pouca capacitação no conhecimento de seu nicho.

Como observado pelo SEBRAE (SP) em um período de dez anos de monitoramento da Mortalidade e Sobrevivência de micro e pequenas empresas se tem como análise quantitativa referente a mortalidade desses negócios os seguintes aspectos: Forte Concorrência (6%); Falta de Lucro (7%); Impostos e Encargos Elevados (7%); Problemas legais (8%); Problemas com sócios (9%); Problemas de Planejamento e Gestão (15%); Falta de Capital (20%) e; Falta de Clientes e/ou inadimplência (23%).

Em contrapartida, seguindo a análise do SEBRAE (SP), é importante um "choque de gestão" sobre os empreendedores. Os proprietários e todo o corpo de gestão acatam como necessário para resistir a crises um aprimoramento de seus produtos ou serviços prestados, tal como treinamentos para inovação no mercado e maior entendimento dos próprios produtos e dos gostos de sua clientela, administração precisa de suas finanças, e, contudo, agregar persistência e determinação, sendo essas últimas o embasamento para início e continuidade de uma MPE ou grande empresa. Necessário também é a procura por instrução, a certeza de engajamento de sócios e o estudo e conhecimento da concorrência, orientações também encontradas nas pesquisas de De Almeida e Werke (2018).

Sequencialmente, em hipótese de não obter resultado com essas medidas como estratégia de enfrentamento de crise se deve amadurecer a ideia de "Migração de Ramo e/ou Segmento", não perdendo o foco no objetivo e a resiliência empreendedora.

Parcialmente, conseguiu-se mapear micro ou empresas de pequeno porte que fecharam suas portas e seus respectivos impactos desse fechamento nessa região e, de acordo com os resultados de pesquisa, contemplou-se as cidades de Aparecida, Cruzeiro, Cunha, Guaratinguetá, Jacareí, Lorena Pindamonhangaba, Roseira, São José dos Campos e Taubaté. Todas são atualmente cidades abaladas com a pandemia, com o desemprego e pouca circulação de renda.

Entendendo que não se trata apenas de negócio e capital e sim de sonhos, é muito triste a percepção do pouco tempo que muitas dessas empresas permaneceram em funcionamento. Muitos desses respondentes relataram que investiram todas as suas reservas nesses projetos que acreditavam ser sua rota de fuga para o sucesso, fugindo do desemprego e em busca de uma situação melhor financeira.

Foram identificadas várias iniciativas de sucesso e de recuperação para essas empresas. Entre micro e pequenos empresários e demais empreendedores que resistem à crise algumas estratégias adotadas podem ser citadas. De acordo com os resultados da pesquisa "Ser Inovador e/ou Diferente" em seu segmento e "Conhecer o Negócio" podem ser excelentes estratégias de recuperação, entretanto, "Juntar ou Ter Capital" tornou-se elemento fundamental de sucesso para qualquer empreendimento. Uma menção honrosa deve ser atribuída ao empreendedor que "Procura Instrução", ou seja, participa de treinamentos, cursos, workshops, feiras etc., como citam os respondentes (a antes, defendido por Hisrich, Peters e Shepherd, 2014).

Como parte de uma solidez em meio a crises trazidas pelo ambiente externo e como visto por Magalhães e Borges (2001) um dos pontos chaves para a evolução da gestão e a melhoria administrativa é o treinamento. Os treinamentos são imprescindíveis no setor empresarial e para uma proposta de treinamento é preciso ter clareza do que vai ser ensinado, diagnosticar as necessidades dos que irão aprender, oferecer situações de ensino e, finalmente, verificar os resultados, desta forma se capacita pessoas em quesito técnico e mais que isso, se molda suas capacidades humanas. Aplicar cursos, capacitações, treinamentos aumentam a aptidão dos integrantes da pequena empresa, e pode trazer também, além de resultados quantitativos, os qualitativos,

gerando melhoria de ambiente e consequentemente resistência conjunta e melhor administração de problemas (como por exemplo a "inclusão" citada por Otto e De Castro Vieira, 2020).

Os resultados obtidos por meio do presente artigo serão difundidos em salas de aula, cursos, simpósios, congressos, workshops e palestras não só para instituição de ensino, bem como para empresas e a comunidade, sendo essas atividades atreladas ao Laboratório de Inovação INTECFATEC/FATEC GT, onde dois dos autores atuam como colaboradores efetivos e os demais como parceiros de pesquisa. Além disso, auxiliarão em atividades/projetos relacionados aos temas propostos (inovação e empreendedorismo e cenário/ambiente atual das micro e pequenas empresas).

Os resultados, parciais e finais, poderão ser utilizados por toda a comunidade acadêmica-empresarial de forma a produzir mais conhecimento e proporcionar suporte sobre a atual situação do ecossistema de inovação e empreendedorismo (no que diz respeito às MPEs) que, ainda que já somem sucesso, diversas empresas e pessoas continuam sofrendo com a crise e necessitando de suporte e informação.

Dessa forma, as FATECs, a USP e demais instituições parceiras se mantêm reconhecidas como facilitadoras do processo de disseminação de informação sobre empreendedorismo, inovação e controle sobre a situação local e regional de MPEs (sucesso, insucesso e possibilidade de resgate dessas empresas), bem como, a pesquisa trouxe contribuição para a aproximação ou reaproximação de pessoas da comunidade com instituições de ensino e pesquisa.

Através da produção desse artigo, foi proporcionada também a oportunidade de divulgação de resultados de pesquisa e de continuação de estudos, ou seja, prosseguimento de pesquisas vinculadas ao empreendedorismo e inovação para todos os autores, agregando a capacidade de gerir, evoluir e motivar no âmbito educacional e empresarial.

REFERÊNCIAS

[1] BELIZÁRIO, M. P.; DE ALMEIDA, S. R. O Impacto da Covid-19 no Índice de Mortalidade de Micro e PequenasEmpresas. XVII Congresso USP de Iniciação Científica em Contabilidade. São Paulo (SP), 2020.

[2] CNN BRASIL. Mais de 600 mil pequenas empresas fecharam as portas com coronavírus. Brasília (DF), CNN,2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/2020/04/09/mais-de-600-mil-pequenas-empresas- fecharam-as-portas-com-coronavirus>. Acesso em: 14/06/2021.

[3] DE ALMEIDA, I. X.; WERNKE, R. Estilos Gerenciais dos Dirigentes de Pequenas Empresas: estudo baseado no ciclo de vida organizacional. Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas, vol.7, n.3, p. 31-66, 2018.

[4] EL PAÍS. Brasil. 716.000 Empresas Fecharam as Portas Desde o Início da Pandemia no Brasil, Segundo o IBGE. p/ Joana Oliveira. 2020. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2020-07-19/716000-empresas-fecharam-as-portas-desde-o-inicio-da-pandemia-no-brasil-segundo-o-ibge.html>. Acesso em: 08/06/2021.

[5] ESTRELA, C. Metodologia Científica: ciência, ensino e pesquisa. 3ª. Ed. São Paulo (SP): Artes Médicas, 2018.

[6] FILION, L. J. The Definition of Small Business as a Basic Element for Policy Making. In: Small business, Marketing and Society Conference, USSR. The Institute of Sociology, USSR Academy of Science, Academy of Science of Georgia Anais, Tiblissi (Georgia - Russia)1991.

[7] FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. International Journal of Operations & Production Management, vol. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.

[8] GADELHA, A. F.; BARBOZA NETO, J.; OLIVEIRA, H. M.; ZUMBA, F. M.; CARVALHO, Z. V. Mortalidade das Micro e Pequenas Empresas: ineficiência na gestão organizacional. In: 10th International Symposium on Technological Innovation. Aracaju (SE), ISTI/SIMTEC, 2019.

[9] GIL, A. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 6ª Ed. São Paulo (SP): Atlas. 2017.

[10] HISRICH, R. D.; PETERS, M. P.; SHEPHERD, D. A. Empreendedorismo. 9ª. Ed. Porto Alegre (RS): AMGH, 2014.

[11] LEONE, N. A Dimensão Física das Pequenas e Médias Empresas: à procura de um critério homogeneizador. RAE Revista de Administração de Empresas, vol. 31, n. 2, p. 53-59, 1991.

[12] MAGALHÃES, M. L.; BORGES A. J. E. Auto e hetero-avaliação no diagnóstico de necessidades de treinamento. Estudos de Psicologia, v. 6, n. 1, p. 33-50, 2001.

[13] MAHAMID, I. Factors affecting contractor's business failure: contractors' perspective. Engineering, Construction and Architectural Management, vol. 19 n. 3, p. 269-285, 2012.

[14] MANGILI, L. R. O Ato Empreendedor. Satélite, Revista Científica da Faculdade Galileu. Botucatu (SP), vol.1, nº1, p.54-61, 2019.

[15] MARCONI, M. A. ; LAKATOS, E. Fundamentos de Metodologia Científica. 9ª. Ed. São Paulo (SP): Atlas, 2021.

[16] MARTINS, R.; MELLO, C.; TURRIONI, J. Guia para Elaboração de Monografia e TCC em Engenharia deProdução. São Paulo (SP): Atlas, 2014.

[17] NOGUEIRA, J. Por Que as Micro e Pequenas Empresas Quebram? tudo que você precisa saber para não deixar sua empresa quebrar. São Paulo (SP): IBCE Editora, 2019.

[18] OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Folha Informativa Sobre Covid-19. Brasília (DF), Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19>. Acesso em: 15/06/2021.

[19] OTTO, I. M.; DE CASTRO VIEIRA, J. Empreendedorismo no Brasil: resultados das políticas públicas para pequenos negócios. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 11, p. 84279-84298, 2020.

[20] RORATTO, R.; DIAS, E. D.; ALVES, E. B. Mortalidade em Micro e Pequenas Empresas: um estudo de caso na região central do Rio Grande do Sul/Brasil. Revista Espacios, vol. 38, nº 28, p.27, 2017.

[21] SALES, R.; DE BARROS, A. A.; DE ARAÚJO PEREIRA, C. Fatores condicionantes da mortalidade dos pequenos negócios em um típico município interiorano brasileiro. Revista da Micro e Pequena Empresa, v. 2, n. 2, p. 38-55,2008.

[22] SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Entenda o Motivodo Sucesso e do Fracasso das Empresas. São Paulo (SP): SEBRAE, 2020.

[23] SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. 10 Anos de Monitoramento da Sobrevivência e Mortalidade de Empresas. São Paulo (SP): SEBRAE, 2018.

[24] SEELIG, T. Se Eu Soubesse Aos 20. São Paulo (SP): Da Boa Prosa, 2011.

[25] SOSNOWSKI, A. S. Empreendedorismo Para Leigos. Rio de Janeiro (RJ): Alta Books Editora, 2018.

[26] UJVARI, S. C. Pandemias: a humanidade em risco. São Paulo (SP): Contexto, 2011.

[27] WENNEKERS, S.; THURIK, R. Linking Entrepreneurship and Economic Growth. Small Business Economics 13:27-55. 1999.

Capítulo 13

Análise de risco da entrada de uma empresa de serviços na área de instalação de módulos fotovoltaicos

Alexsandro Silva Solon
Carlos Henrique Yamasaki Martins

Resumo: Com o crescente aumento de novas tecnologias, a demanda por energia elétrica cresceu também. Devido a predominância do sistema hidrelétrico no Brasil, tem-se um desiquilíbrio de produção no período de secas. A energia solar fotovoltaica apresenta um alto potencial de geração de energia para o Brasil, por isso e pela diminuição do preço de seus componentes houve um crescimento na demanda de instalações de módulos fotovoltaicos. O objetivo desse trabalho foi realizar a análise de riscos da entrada de uma empresa que atua em um tipo de serviço semelhante nessa área em um curto período de tempo. Para resolução do problema foram utilizadas ferramentas da engenharia econômica como VPL (Valor Presente Líquido), TMA (Taxa Mínima de Atratividade), TIR (Taxa Interna de Retorno), C/B (Custo/Benefício) e Payback descontado. Além de disso foi utilizado a simulação do MMC (Método de Monte Carlo) em conjunto com o VPL. O estudo foi realizado em três cenários diferentes: otimista, pessimista e mais provável. Os resultados de simulação obtidos foram que no cenário otimista teve mais de 99% de chance de o projeto ser viável economicamente enquanto que no cenário mais provável, as chances foram abaixo de 10%. Já no cenário pessimista, o fluxo de caixa do projeto foi negativo e não foram realizados estudos posteriores. Conclui-se que para a empresa obter o resultado financeiro em 3 anos, ela deverá ser bem agressiva e aumentar suas vendas e serviços, além de controlar suas despesas. Caso contrário, ela deverá abandonar ou aumentar o tempo em alguns anos para obter o lucro sobre o projeto.

Palavras-chave: Gestão de Custos, Engenharia Economica, VPL, Análise de riscos, Método Monte Carlo.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, mais de 65% da energia elétrica provêm das hidrelétricas, as quais necessitam da água das chuvas para a sua manutenção. No entanto, quando é um período de secas, a eficiência desse tipo de energia tende a diminuir e a quantidade produzida também. Pela grande dependência das chuvas, e por apresentar pontos distantes das maiores unidades consumidores, as empresas e o governo procuram novos tipos de geração, as quais não apresentam danos para a sociedade e ao meio ambiente (Chu et.al., 2007).

A energia solar, atualmente, representa 0,02% da potência instalada no Brasil. Ela é uma fonte de energia limpa e renovável, uma vez que não polui o meio ambiente e tem recursos ilimitados. Os investimentos nesse setor representam cerca de 20% do orçamento para aumentar a capacidade de recursos elétricos no país. E a tendência é aumentar a potência instalada, principalmente em residências e empresas (Aneel, 2016).

Na região do Triângulo Mineiro há a alta incidência de raios solares, o que torna uma das regiões mais rentáveis para o uso da energia solar. Segundo o ranking da Aneel (apud Braxin, 2015), a energia da Cemig (Concessionária do Triângulo Mineiro) é a 9° mais cara do Brasil. Por esses dois motivos, a CEMIG (2016) afirma que a quantidade de instalação de energia fotovoltaica é a maior no Brasil.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo desse trabalho é analisar o risco da entrada de uma empresa de serviço, a qual já atua no ramo de cabeamento estruturado, no mercado de instalação de módulos fotovoltaicos em residências e empresas para a microgeração na cidade de Uberaba. O estudo visa ainda como objetivos específicos:

- Utilizar ferramentas contábeis
- Utilizar métodos da área de engenharia econômica como VPL (Valor Presente Líquido), TIR (Taxa Interna de Retorno), o Custo Benefício (C/B);
- Fazer a simulação do Método de Monte Carlo (MMC) sobre o VPL

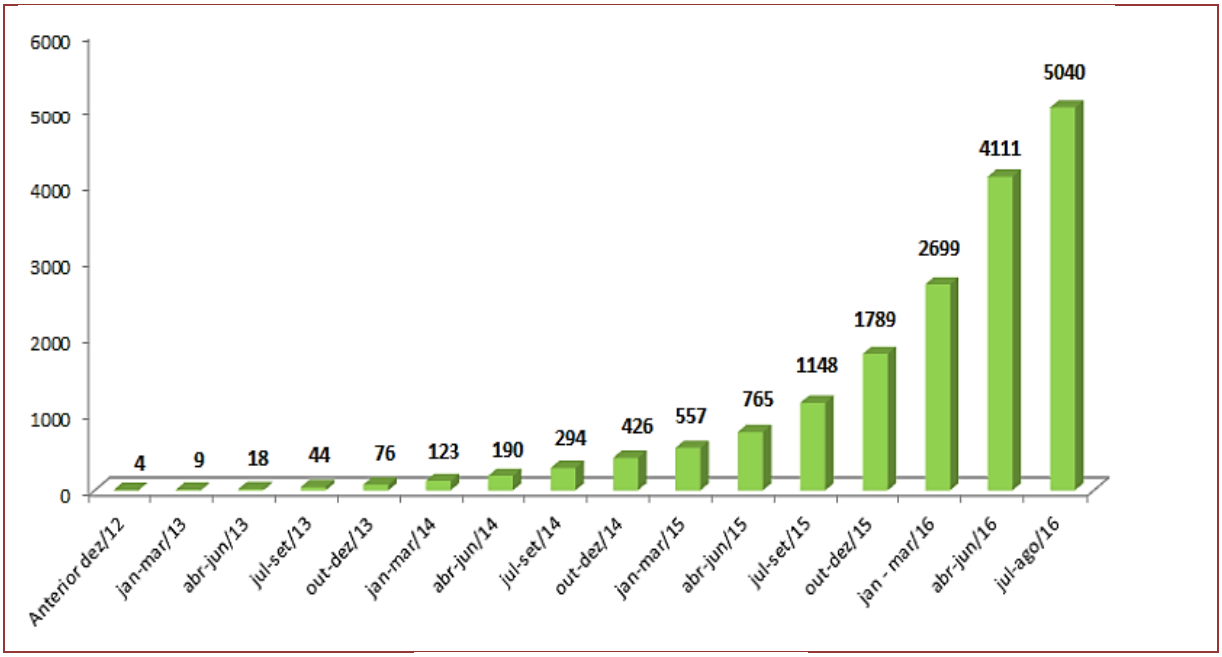
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. ENERGIA FOTOVOLTAICA

Energia fotovoltaica é a capacidade da irradiação solar de transformar-se em energia elétrica de forma direta (PORTAL SOLAR, 2015). Ela pode acontecer de duas formas: On-grid em que os módulos fotovoltaicos são interligados diretamente na rede elétrica da distribuidora ou off-grid, onde as placas são conectadas à um banco de baterias estacionárias, e estas alimentam a casa ou empresa sem relação com a concessionária. Apenas o primeiro caso será estudado nesse trabalho.

De acordo com Cabello e Pompermayer (2013), o alto número de instalações em países como Alemanha, Japão, Estados Unidos e Espanha estão relacionados com os incentivos recebidos pelo governo conhecidos como feed in tariff, em que a produção de energia é revendida para a concessionária. No Brasil houve um rápido crescimento de instalações em domicílios e pequenas empresas. Nesses estabelecimentos em 2015 haviam apenas 1148 instalações e em 2016 o crescimento foi de aproximadamente 400% em relação ao ano anterior, como mostra a Figura 1. O estado que apresentou a maior evolução foi Minas Gerais devido à alta incidência de radiação solar e o desenvolvimento de sua concessionária (CEMIG) nesse setor. (ANEEL, 2016).

Figura 1 - Número de instalação de microgeração até 75 KWh no Brasil



Fonte: Adaptado de ANEEL (2016)

Para estimar as unidades para instalar em Uberaba foram considerados:

a) A expectativa da ANEEL (2015) para o ano de 2024 de 1,2 milhão de unidades consumidoras até 75 KW de potência que produzam a sua própria energia;

b) Crescimento anual esperado pela Aneel é de 98,20%, de acordo com a figura 3;

c) A quantidade de placas, segundo a CEMIG (2016), em casas ou empresas no ano de 2016 em Uberaba de 35 unidades;

d) Representatividade de Uberaba em um cenário nacional =35/5040 ≈ 0,7%;

e) Unidades Uberaba = Unidades Brasil *0,007;

f) Unidades para instalar em Uberaba = Unidades Uberaba (Ano x+1) – Unidades Uberaba (Ano x);

Figura 2 - Expectativa da quantidade de microgeração entre 2017 e 2024

Ano	Unidades Brasil	Unidades Uberaba	Unidades p/ instalar em Uberaba
2016	5.040	35	0
2017	9.989	70	35
2018	19.798	138	68
2019	39.239	273	135
2020	77.771	541	268
2021	154.142	1.071	530
2022	305.509	2.122	1.051
2023	605.518	4.205	2.083
2024	1.200.136	8.335	4.130

Fonte: próprio autor, 2017

3.2. CONTABILIDADE

3.2.1. DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS (DRE)

De acordo com Horngren et al. (apud Ching et. al., 2002, p.49) " a demonstração mede o desempenho confrontando suas realizações (receita proveniente dos clientes, normalmente chamada de receita de vendas) e seus esforços (custo das mercadorias vendidas e outras despesas) ".

A Figura 3 representa um exemplo de uma DRE de um produto, em que para o cálculo da receita operacional bruta estimou-se a venda de 2500 unidades no valor de R$500,00. Os impostos foram deduzidos, assim como a comissão de vendas, custo dos produtos e serviços e despesas operacionais e financeiras para se obter o lucro líquido antes do imposto de renda.

Figura 3 - Exemplo de DRE de um produto único

Descrição	Total ($)
Receita operacional bruta	**R$1.250.000,00**
(-) Impostos sobre vendas	R$250.000,00
Receita Operacional Líquida	**R$1.000.000,00**
(-) Comissões sobre vendas	R$80.000,00
Receita Operacional Líquida II	**R$920.000,00**
(-) Custo dos Produtos e Serviços Vendidos	**R$660.000,00**
Materiais diretos	R$250.000,00
Mão de obra direta	R$90.000,00
Mão de obra indireta	R$130.000,00
Despesas Gerais	R$90.000,00
Depreciações	R$100.000,00
Lucro Bruto	**R$260.000,00**
(-) Despesas operacionais	**R$195.000,00**
Administrativas	R$85.000,00
Comerciais	R$110.000,00
Lucro operacional	**R$65.000,00**
(-) Despesas financeiras	**R$25.000,00**
Lucro líquido antes dos impostos sobre o lucro	**R$40.000,00**

Fonte: Adaptado de Padoveze e Junior (2013).

3.2.2. FLUXO DE CAIXA LIVRE (FCL)

Samanez (1999, p.83) define fluxo de caixa livre como a entrada e a saída do dinheiro durante um certo período com a finalidade de conhecer a rentabilidade e a viabilidade econômica do projeto.

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISE A AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS DE CAPITAL

Torres (2006) afirma que viabilidade econômica é o investimento somente viável se remunerar adequadamente o capital investido, ou seja, os benefícios devem ser maiores que os custos. Para Hirschfeld (2012, p.103), a taxa de juros para o investimento de capital deverá ser maior que alguma taxa previamente fixada, a qual é definida como TMA (Taxa Mínima de atratividade. Por sua vez, Bruni et. al. (apud Mota et.al., 2008) explica que a TMA é o que o mercado pagaria caso o montante não estivesse sendo utilizado.

Outro método utilizado para a análise de investimento é o Valor Presente Líquido (VPL) que utilizam de estimativas de fluxo de caixa futuros, os quais consideram o tempo útil do projeto e a taxa de desconto, para abater no investimento inicial e ter a rentabilidade absoluta do projeto. (Minardi, 2000, p.75). A expressão abaixo representa a Equação 1 da VPL:

$$VPL = -Investimento\ Inicial + \sum \frac{FCL_t}{(1+TMA)^t} \quad (1)$$

Bruni et. Al. (apud Mota et.al., 2008) explica que a Taxa Interna de Retorno (TIR) é o momento em que a VPL atinge o valor nulo. Para o investimento ser viável, a taxa deverá ser maior que a taxa de atratividade. Ela está representada pela Equação 2:

$$VPL = 0 = -Investimento\ Inicial + \sum \frac{FCL_t}{(1+TIR)^t} \quad (2)$$

Para Samanez (1999), o Custo-Benefício (C/B) é um indicador da divisão dos benefícios pelos custos. Para se calcular o C/B é necessário dividir os benefícios do fluxo de caixa livre durante o tempo de estudo pelos custos no mesmo período. Essa expressão está representada pela Equação 3:

$$C/B = \sum \frac{Benefícios_t}{(1+TMA)^t} / \sum \frac{Custos_t}{(1+TMA)^t} \quad (3)$$

3.4. SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

Segundo Minardi (2000), o uso de técnicas da engenharia econômica para análise da viabilidade nem sempre correspondem aos melhores resultados, uma vez que não leva em consideração a flexibilidade gerencial. Com isso outras técnicas de avaliação são necessárias para corrigir a deficiência desses métodos.

Um dos métodos utilizados é o Método de Monte Carlo (MMC), ao qual Costa e Azevedo (apud. Bruni et. al.,1998, p.68) definem "como uma técnica de amostragem artificial empregada para operar numericamente sistemas complexos que tenham componentes aleatórios".

4. METODOLOGIA

Para a análise da viabilidade econômica foram definidos os seguintes parâmetros: investimento inicial, TMA, tempo estimado e fluxo de caixa livre. O cálculo do investimento inicial foi feito através de pesquisa de grandes varejos do mercado elétrico-eletrônico, distribuidoras de módulos fotovoltaicos e treinamentos para instalação das placas solares. Para a estimativa do TMA utilizou-se valores da renda fixa como base. E o tempo estimado levou-se em consideração o tempo que a empresa pretende ter um retorno financeiro do projeto.

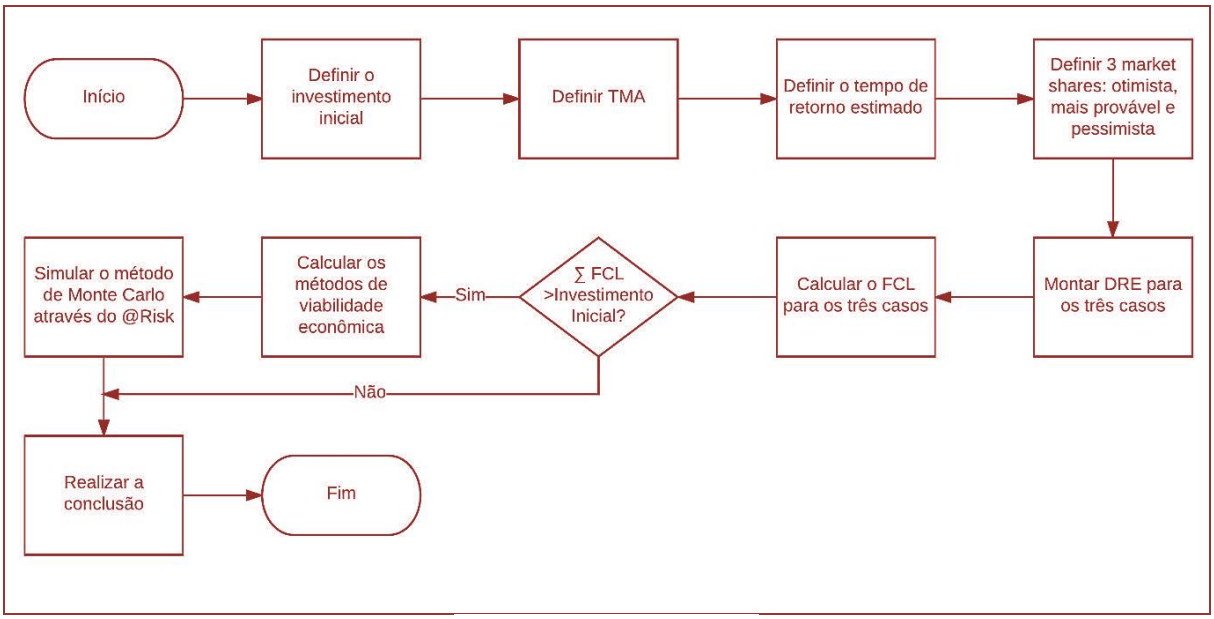
Enquanto que para a definição do fluxo de caixa livre foi necessário prever o Market-share para três cenários diferentes: otimista, pessimista e mais provável. Além de montar o DRE para cada um desses cenários.

Com isso, a viabilidade econômica foi calculada para os métodos VPL, TIR e C/B para os cenários que apresentaram fluxo de caixa maiores que o investimento inicial.

Em seguida utilizou-se o software *@Risk 7.5 da Palisade* para a simulação do método de Monte Carlo dos valores obtidos pela VPL. Os seguintes parâmetros foram estimados e utilizados: vendas (% sobre o custo), serviços (R$/h), custo do kit 4,24 KWp, instalação de 1 kit 4,24 KWp (dias) e o tempo gasto pelo administrativo para 1 kit (dias).

A Figura 4 representa o fluxograma da metodologia utilizada:

Figura 4 – Fluxograma da metodologia utilizada



Fonte: próprio autor, 2017

5. ESTUDO DE CASO

A Atec é uma empresa criada no ano de 1985 com o foco voltado para a informática. Ao longo de sua trajetória, a Atec adicionou novas tecnologias, tanto em vendas como prestação de serviços de cabeamento e fibra óptica. Ela pensa em entrar no mercado de instalação de módulos fotovoltaicos. Esse trabalho tem a intenção de analisar os riscos e a viabilidade econômica nesse setor de acordo com a situação contábil do projeto levando em consideração que a empresa utiliza o lucro presumido para cálculos de impostos e do DRE.

5.1. INVESTIMENTOS

Para o cálculo dos métodos de avaliação e análise do investimento de capital é necessário ter o valor do custo inicial. Por isso foi feito uma pesquisa do preço que o mercado oferece. Os investimentos iniciais para o início desse serviço estão descritos conforme a Figura 5.

Figura 5 – Investimento inicial para a instalação de módulos fotovoltaicos

Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor final
Treinamento	**1**	**R$9.560,00**	**R$9.560,00**
-Curso	4	R$1.000,00	R$4.000,00
-Estadia	12	R$80,00	R$960,00
-Deslocamento	8	R$500,00	R$4.000,00
-Alimentação	24	R$25,00	R$600,00
Ferramentas básicas para instalação	**1**	**R$2.000,00**	**R$2.000,00**
Cursos de Segurança do Trabalho	**1**	**R$1.600,00**	**R$1.600,00**
-NR10	4	R$250,00	R$1.000,00
-NR18	4	R$220,00	R$880,00
-NR35	4	R$150,00	R$600,00
Kit Gerador Fotovoltaico 4,24kWp	**1**	**R$20.676,33**	**R$20.676,33**
			R$34.716,33

Fonte: próprio autor, 2017

Uma vez que é preciso subir em telhados e as placas apresentam um peso considerável, o número mínimo de pessoas para realizar esse tipo de serviço são 3. Para se ter uma margem de segurança é recomendado enviar 4 pessoas para o treinamento. Além disso foram considerados outros custos como curso, estadia, deslocamento e alimentação.

Um dos requisitos mínimos para executar a instalação das placas solares são os cursos de segurança do trabalho: NR10- Segurança em instalações e serviços de eletricidade, NR18- Condições e meio ambiente de trabalho na indústria de construção e a NR 35- Trabalho em altura. Em adição a isso é preciso algumas ferramentas básicas como chave allen, furadeira, máquina de corte, luvas, trenas, escada e etc.

A fim de dar experiência para os funcionários, verificar possíveis problemas que possam ocorrer com os clientes tanto na instalação como na burocracia e gerar energia limpa a preço de custo é recomendado fazer a instalação na própria empresa dos painéis.

Para definir a potência necessária foi verificado o tamanho do telhado na direção norte, onde segundo Brogren (apud Santos et. Al, 2012) apresenta uma maior radiação solar para os países do Hemisfério Sul. Como o telhado nessa direção possui comprimento de 16 metros e largura de 3 metros, e as dimensões de um painel solar é 1,64 metros de altura e 0,98 metros, pode-se utilizar um total de 16 placas de 265W, o que seria equivalente a um kit gerador fotovoltaico de 4,24 kWp.

5.2. ECONOMIA MENSAL DO SISTEMA FOTOVOLTAICO INSTALADO

Com a instalação dos módulos fotovoltaicos na empresa é possível abater uma parte da energia que será consumida durante o mês. Esse abatimento entrará em gastos gerais e por isso deverá ser calculada através da Equação 4:

$$Economia\ mensal = ISM\ \left(\frac{kWh}{m^2} * dia\right) * \frac{Dias}{mês} * PI(kWp) * TE\left(\frac{R\$}{kWh}\right) \qquad (4)$$

A tarifa de energia (TE) de 0,75R$/kWh é em relação a Junho de 2016 pela concessionária de Minas Gerais e a potência de instalação (PI) é a do kit instalado de 4,24kWp. As outras variáveis da fórmula estão representadas na Figura 6 abaixo:

Figura 6 - Economia mensal da instalação de um kit fotovoltaico de 4,24 kWp

Meses	Irradiação solar diária média (kWh/m²*dia)	Dias/mês	kWh Economizado	Economia Mensal
Jan	5,69	31	748	R$560,90
Fev	5,67	28	673	R$504,90
Mar	5,5	31	723	R$542,20
Abr	4,89	30	622	R$466,50
Mai	4,61	31	606	R$454,50
Jun	4,19	30	533	R$399,70
Jul	4,69	31	616	R$462,30
Ago	5,19	31	682	R$511,60
Set	5,14	30	654	R$490,40
Out	5,72	31	752	R$563,90
Nov	6,03	30	767	R$575,30
Dez	5,44	31	715	R$536,30
Total			8091	**R$6.068,40**

Fonte: próprio autor, 2017.

Através do site do Cresesb (Centro de Referência de Energia Solar e Eólica Sérgio Britto) foi possível obter a irradiação solar diária de Uberaba. Com isso pode-se estimar uma economia anual de aproximadamente R$6.068,4.

5.3. TEMPO ESTIMADO

O tempo estimado para a análise desse investimento foi de 3 anos, uma vez que a expectativa para crescimento das microgerações são altas e o investimento é relativamente baixo.

5.4. TMA

"A Renda Fixa é uma aplicação na qual o investidor compra títulos de bancos, empresas ou do governo e recebe uma rentabilidade que será o valor da aplicação, mais os juros pelo período em que o dinheiro ficar investido. " (Portal Brasil, 2012).

Como as aplicações da renda fixa tais como CDI, CDB, Tesouro direto seguem a taxa Selic (EXAME, 2015), pode-se utilizá-la para comparação de investimentos. Uma vez que essas aplicações são consideradas de baixo risco.

De acordo com a Figura 7, a taxa Selic atualmente é 13,9%, por isso a taxa mínima de atratividade pode ser considerada 14% para um dos cenários. Para os outros cenários, se considera uma diferença de 2,5%. Sendo assim, os outros TMA serão 16,5% e 19%.

Figura 7 - Índices de renda fixa

	Índices
CDI	13,88%
SELIC	13,90%
IPCA 12 MESES	7,87%
IPCA NO ANO	5,78%
IGPM 12 MESES	8,78%
IGPM NO ANO	6,63%
IGPDI 12 MESES	7,99%
IGPDI NO ANO	6,24%
23/11/2016 03:16	

Fonte: Renda Fixa, 2016.

5.5. FLUXO DE CAIXA

5.5.1. DRE

O mercado de módulos fotovoltaicos ainda é uma incógnita para a região do Triângulo Mineiro, por isso a análise da viabilidade econômica será baseada na representatividade atual de Uberaba e a projeção feita pela Aneel considerando um crescimento gradativo do número de microgerações no Brasil, previamente representado pela Figura 1.

Além disso, por ser uma cidade com um potencial grande de irradiação solar, a competitividade é maior, e para o estudo serão considerados três cenários do *Market-share* da empresa:

- Pessimista: 2,5%
- Mais provável: 5%
- Otimista: 7,5%

Utilizando a Figura 2 e os *Market-shares* dos 3 cenários, a quantidade a ser vendida pela empresa estará representada abaixo pela Tabela 6:

Figura 8 - Previsão de vendas nos três cenários

Ano	Previsão de vendas em Uberaba	Pessimista	Mais Provável	Otimista
2017	35	1	2	3
2018	68	2	3	5
2019	135	3	7	10

Fonte: próprio autor, 2017.

Os outros critérios para a construção dos DRE's estão descritos abaixo:

a) A unidade a ser instalada será o mesmo kit instalado na empresa de 4,24kWp e com custo equivalente de R$20.676,33;

b) Vendas= Valor de custo do kit*(1+ % sobre o valor de custo) * quantidade de kits a serem instalados;

c) Serviços= valor da hora da instalação (R$/h) * número de horas;

d) A empresa trabalha com lucro presumido e possui atualmente receita bruta anual de aproximadamente R$2.000.000,00, por isso as alíquotas de venda e serviço devem ser consultadas na Tab 1 e 2 do Anexo I. No caso da alíquota de venda deve ser descontado o valor do PIS/Pasep e Cofins, já que segundo Altafin (2015) o projeto de lei n 167 de 2013, a qual reduz alíquotas de tributos incidentes em painéis fotovoltaicos e similares foi aprovado;

e) Receita operacional líquida= Vendas + Serviços;

f) Impostos= Impostos sobre vendas + Impostos sobre serviços;

g) Receita líquida= Receita operacional líquida – Impostos;

h) Materiais diretos= Valor de custo do kit * quantidade de kits a serem instalados;

i) Salário médio do emprego = R$2.200,00;

j) Tempo médio da instalação dos módulos = 3 dias;

k) Mão de obra direta = salário médio * número de dias trabalhados na instalação/ número de dias úteis no ano* número de funcionários;

l) Mão de obra indireta= folha salarial da mão de obra indireta atual * número de dias trabalhados em vendas, burocracia da instalação, projeto/ número de dias úteis no ano;

m) Pela instalação de módulos fotovoltaicos efetuada na empresa como testes, há uma previsão de economia de R$6.068,40 de energia elétrica anualmente, o qual será descontado em gastos gerais.

n) Depreciação dos materiais de 4% ao ano.

o) Custos dos produtos= Materiais + Mão de obra direta + Mão de obra indireta + Gastos gerais + Depreciação e amortização;

p) Lucro Bruto = Receita líquida – Custo dos produtos;

q) Despesas (administrativas/comerciais) = despesas atuais da empresa * (receita bruta da previsão/ receita bruta atual da empresa);

r) Imposto de renda= 1,5%* Receita operacional líquida;

s) Lucro líquido= Lucro operacional – Despesas financeiras + Receitas financeiras – Imposto de renda;

t) Fluxo de caixa livre= Lucro líquido + Depreciação e amortização;

u) Fluxo de caixa total i = FCL do ano i-1 + FCL do ano i.

Os cenários otimista, pessimista e mais provável da Figura 9, 10 e 11 foram calculados de acordo com as variáveis presentes nas Figuras 12 e 13, as quais foram construídas com o auxílio do diretor da empresa.

Figura 9 - Previsão pessimista DRE

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Vendas	R$26.879,23	R$53.758,46	R$80.637,69
Serviços	R$3.360,00	R$6.720,00	R$10.080,00
Impostos sobre vendas	R$2.236,35	R$4.553,34	R$6.830,01
Impostos sobre serviços	R$510,72	R$1.021,44	R$1.532,16
Receita operacional líquida	**R$30.239,23**	**R$60.478,46**	**R$90.717,69**
Impostos	R$2.747,07	R$5.574,78	R$8.362,17
Receita líquida	**R$27.492,16**	**R$54.903,68**	**R$82.355,51**
Custo dos produtos	**R$17.756,09**	**R$41.500,58**	**R$65.245,07**
Materiais diretos	R$20.676,33	R$41.352,66	R$62.028,99
Mão de obra direta	R$942,86	R$1.885,71	R$2.828,57
Mão de obra indireta	R$2.125,30	R$4.250,60	R$6.375,91
Gastos gerais	-R$6.068,40	-R$6.068,40	-R$6.068,40
Depreciação e amortização	R$80,00	R$80,00	R$80,00
Lucro Bruto	**R$9.736,07**	**R$13.403,10**	**R$17.110,45**
Despesas operacionais	**R$2.349,28**	**R$4.698,55**	**R$7.047,83**
Administrativas	R$1.827,22	R$3.654,43	R$5.481,65
Comerciais	R$522,06	R$1.044,12	R$1.566,18
Lucro operacional	**R$7.386,79**	**R$8.704,54**	**R$10.062,62**
Despesas financeiras	R$ -	R$ -	R$ -
Receitas financeiras	R$ -	R$ -	R$ -
Imposto de Renda	R$453,59	R$907,18	R$1.360,77
Lucro líquido	R$6.933,20	R$7.797,37	R$8.701,85
Fluxo de Caixa Livre	R$7.013,20	R$7.877,37	R$8.781,85
∑ Fluxo de Caixa Livre	**R$7.013,20**	**R$14.890,57**	**R$23.672,42**

Fonte: próprio autor, 2017

Figura 10 - Previsão DRE mais provável

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Vendas	R$55.826,09	R$83.739,14	R$195.391,32
Serviços	R$7.680,00	R$11.520,00	R$26.880,00
Impostos sobre vendas	R$4.728,47	R$7.092,70	R$16.549,64
Impostos sobre serviços	R$1.178,88	R$1.768,32	R$4.126,08
Receita operacional líquida	**R$63.506,09**	**R$95.259,14**	**R$222.271,32**
Impostos	R$5.907,35	R$8.861,02	R$20.675,72
Receita líquida	**R$57.598,74**	**R$86.398,11**	**R$201.595,59**
Custo dos produtos	**R$41.500,58**	**R$65.245,07**	**R$160.223,03**
Materiais diretos	R$41.352,66	R$62.028,99	R$144.734,31
Mão de obra direta	R$1.885,71	R$2.828,57	R$6.600,00
Mão de obra indireta	R$4.250,60	R$6.375,91	R$14.877,12
Gastos gerais	-R$6.068,40	-R$6.068,40	-R$6.068,40
Depreciação e amortização	R$80,00	R$80,00	R$80,00
Lucro Bruto	**R$16.098,16**	**R$21.153,04**	**R$41.372,57**
Despesas operacionais	**R$4.933,77**	**R$7.400,66**	**R$17.268,20**
Administrativas	R$3.837,38	R$5.756,07	R$13.430,82
Comerciais	R$1.096,39	R$1.644,59	R$3.837,38
Lucro operacional	**R$11.164,39**	**R$13.752,39**	**R$24.104,37**
Despesas financeiras	R$ -	R$ -	R$ -
Receitas financeiras	R$ -	R$ -	R$ -
Imposto de Renda	R$952,59	R$1.428,89	R$3.334,07
Lucro líquido	R$10.211,80	R$12.323,50	R$20.770,30
Fluxo de Caixa Livre	R$10.291,80	R$12.403,50	R$20.850,30
∑ Fluxo de Caixa Livre	**R$10.291,80**	**R$22.695,30**	**R$43.545,60**

Fonte: próprio autor, 2017

Figura 11 - Previsão do DRE otimista

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Vendas	R$83.739,14	R$139.565,23	R$279.130,46
Serviços	R$12.960,00	R$21.600,00	R$43.200,00
Impostos sobre vendas	R$7.092,70	R$11.821,17	R$23.642,35
Impostos sobre serviços	R$1.989,36	R$3.315,60	R$6.631,20
Receita operacional líquida	**R$96.699,14**	**R$161.165,23**	**R$322.330,46**
Impostos	R$9.082,06	R$15.136,77	R$30.273,55
Receita líquida	**R$87.617,07**	**R$146.028,45**	**R$292.056,91**
Custo dos produtos	**R$65.245,07**	**R$112.734,05**	**R$231.456,50**
Materiais diretos	R$62.028,99	R$103.381,65	R$206.763,30
Mão de obra direta	R$2.828,57	R$4.714,29	R$9.428,57
Mão de obra indireta	R$6.375,91	R$10.626,51	R$21.253,02
Gastos gerais	-R$6.068,40	-R$6.068,40	-R$6.068,40
Depreciação e amortização	R$80,00	R$80,00	R$80,00
Lucro Bruto	**R$22.372,00**	**R$33.294,41**	**R$60.600,41**
Despesas operacionais	**R$7.512,53**	**R$12.520,88**	**R$25.041,76**
Administrativas	R$5.843,08	R$9.738,46	R$19.476,93
Comerciais	R$1.669,45	R$2.782,42	R$5.564,84
Lucro operacional	**R$14.859,47**	**R$20.773,52**	**R$35.558,65**
Despesas financeiras	R$ -	R$ -	R$ -
Receitas financeiras	R$ -	R$ -	R$ -
Imposto de Renda	R$1.450,49	R$2.417,48	R$4.834,96
Lucro líquido	R$13.408,99	R$18.356,05	R$30.723,69
Fluxo de Caixa Livre	R$13.488,99	R$18.436,05	R$30.803,69
∑ Fluxo de Caixa Livre	**R$13.488,99**	**R$31.925,03**	**R$62.728,73**

Fonte: próprio autor, 2017

Figura 12 - Variáveis de acordo com o cenário

	Pessimista	Mais provável	Otimista
Vendas (% sobre o custo)	30%	35%	40%
Serviços (R$/h)	R$140,00	R$160,00	R$180,00
Impostos sobre vendas	8,32%	8,47%	8,47%
Impostos sobre serviços	15,20%	15,35%	15,35%

Fonte: próprio autor, 2017.

Figura 13 - Variáveis fixas

Descrição	Valor
Custo do kit 4,24 kWp	R$20.676,33
Instalação de 1 kit 4,24 kWp (dias)	3
Horas/dia de trabalho	8
Salário médio por funcionário	R$2.200,00
Tempo gasto pelo administrativo para 1 kit (dias)	3
Custo anual administrativo	R$178.525,40
Custo anual com despesas administrativas	R$120.850,67
Custo anual com despesas comerciais	R$34.528,76
Receita bruta anual	R$2.000.000,00
Valor de ferramentas e equipamentos	R$2.000,00
% da depreciação de ferramentas e equipamentos	4%

Fonte: próprio autor, 2017.

5.5. MÉTODOS DE ANÁLISE DO INVESTIMENTO DO CAPITAL

Ao final do terceiro ano, na Tabela 7, a somatória do fluxo de caixa livre é R$23.672,42, enquanto que o investimento inicial R$34.716,33. Por isso pode-se concluir que o VPL será negativo, o TIR terá taxa menor que o TMA e o C/B terá um valor menor que 1. Sendo assim, o projeto no cenário negativo apresenta inviabilidade econômica e não precisa de futuras análises.

Nos outros cenários utilizou-se as expressões 1, 2 e 3 previamente citadas e o resultado delas estão representadas pelas Figuras 14 (mais provável) e 15 (otimista):

Figura 14- Viabilidade econômica do cenário mais provável

Cenário mais provável			
TMA	14%	16,50%	19%
VPL	-R$2.070,98	-R$3.556,65	-R$4.935,94
TIR	10,81%	10,81%	10,81%
C/B	0,94	0,9	0,86

Fonte: próprio autor, 2017.

Figura 15 - Viabilidade econômica do cenário otimista

Cenário otimista			
TMA	14%	16,50%	19%
VPL	R$12.093,67	R$9.927,45	R$7.917,24
TIR	41,54%	41,54%	41,54%
C/B	1,35	1,29	1,23

Fonte: próprio autor, 2017.

Na Figura 15 referente ao cenário otimista, os valores apresentados indicam viabilidade econômica, já que VPL é maior que zero, TIR é maior que a TMA e o C/B é maior que 1. Ao contrário do cenário mais provável, o qual apresentou inviabilidade em todos os parâmetros medidos.

6. SIMULAÇÃO DO MÉTODO DE MONTE CARLO (MMC)

6.1. PARÂMETROS UTILIZADOS

Os parâmetros utilizados nas Figuras 16 e 17 foram retiradas das Figuras 12 e 13. Nem todas as variáveis foram selecionadas, uma vez que elas não deverão sofrer variações como horas trabalhadas no dia e impostos sobre vendas e produtos. Enquanto que outros parâmetros como a porcentagem sobre o custo do kit e o preço da hora de serviço podem ser alteradas. O tipo de distribuição escolhida para o uso da simulação do MMC foi triangular, pois a tendência é que os valores girem em torno da moda (intermediário) mas pode sofrer variações dentro de um limite (mínimo e o máximo). O valor intermediário é referente as Figuras 12 e 13; e os valores mínimo e máximo foram estimadas junto com o diretor da empresa.

Figura 16 - Parâmetros para a simulação do cenário otimista

	Mínimo	Intermediário	Máximo
Vendas (% sobre o custo)	35,00%	40,00%	45,00%
Serviços (R$/h)	R$160,00	R$180,00	R$200,00
Custo do kit 4,24 kWp	R$18.608,70	R$20.676,33	R$21.710,15
Instalação de 1 kit 4,24 kWp (dias)	2,5	3	3,5
Tempo gasto pelo administrativo para 1 kit (dias)	2,5	3	3,5

Fonte: próprio autor, 2017.

Figura 17 - Parâmetros para a simulação do cenário mais provável

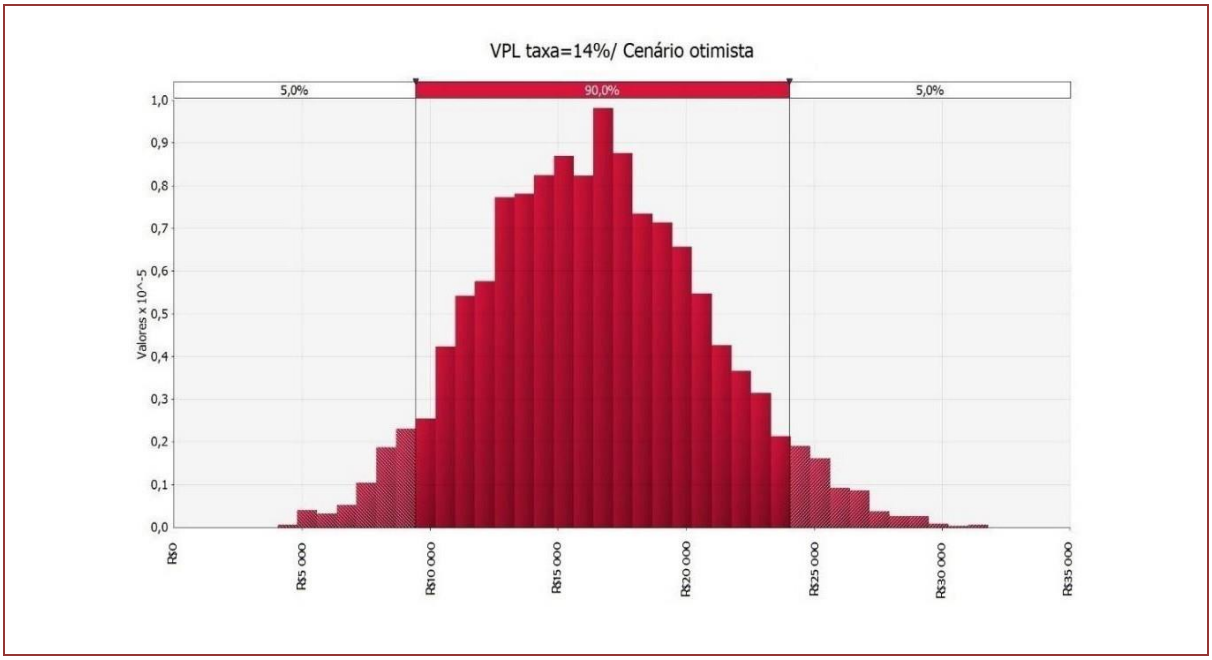
	Mínimo	Intermediário	Máximo
Vendas (% sobre o custo)	32,50%	35,00%	37,50%
Serviços (R$/h)	R$140,00	R$160,00	R$180,00
Custo do kit 4,24 kWp	R$19.642,51	R$20.676,33	R$22.743,96
Instalação de 1 kit 4,24 kWp (dias)	3	3,5	4
Tempo gasto pelo administrativo para 1 kit (dias)	3	3,5	4

Fonte: próprio autor, 2017

6.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na simulação do MMC considerou-se os valores das TMAs de 14,5%, 16% e 19%, os quais seguem o valor da taxa Selic. Além disso, os cenários mais provável e otimista foram utilizados com a finalidade de confirmar os valores apresentados pelo VPL nas Figuras 14 e 15.

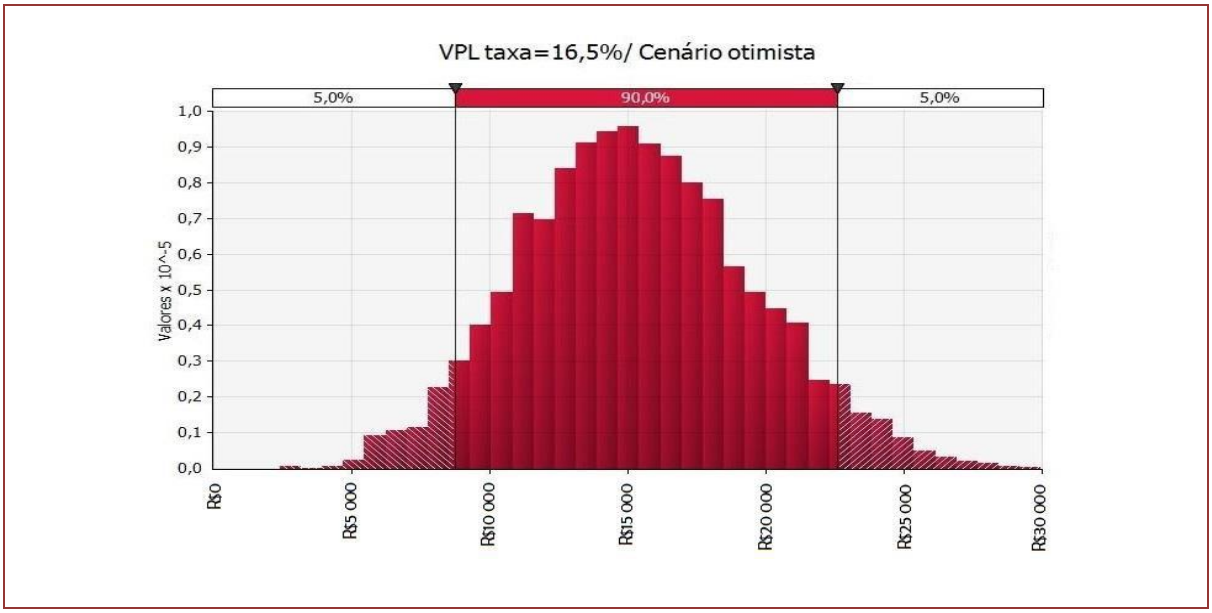
Figura 18 - VPL do cenário otimista com taxa = 14% a.a.



Fonte: próprio autor, 2017.

Diante dos parâmetros propostos na Figura 16, a simulação da VPL no cenário otimista com taxa de 14%, representado pela figura 18, mostrou-se 100% das vezes viável economicamente.

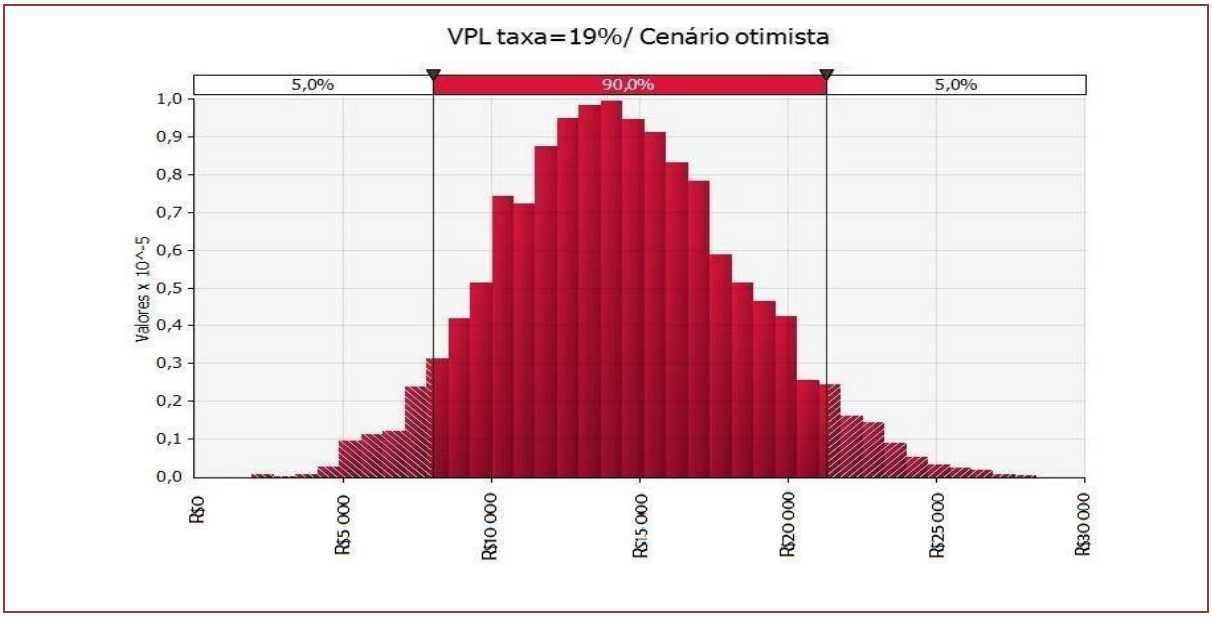
Figura 19 - VPL do cenário otimista com taxa = 16,5% a.a.



Fonte: próprio autor, 2017.

A simulação no cenário otimista e taxa de 16%, representada pela Figura 19, apresentou uma probabilidade de 100% do VPL ser maior que zero.

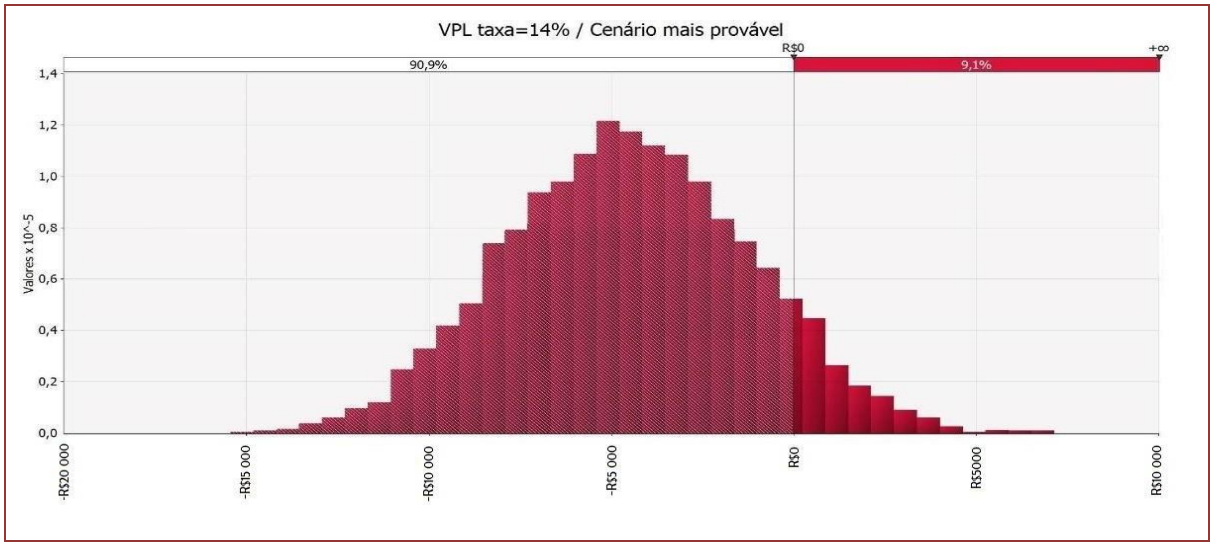
Figura 20 - VPL do cenário otimista com taxa = 19% a.a.



Fonte: próprio autor, 2017.

O Cenário otimista com taxa de 19% também não teve valores abaixo de zero, como mostra a figura 20.

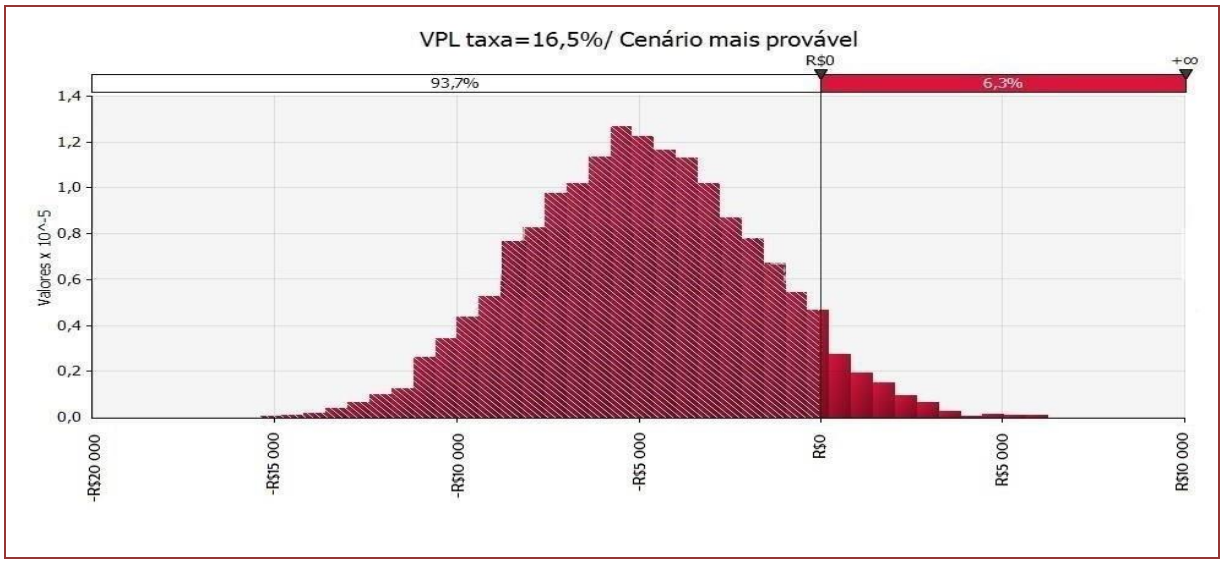
Figura 21 - VPL do cenário mais provável com taxa = 14% a.a.



Fonte: próprio autor, 2017.

Depois de 5000 iterações realizadas, a Figura 21, a qual representa a VPL no cenário mais provável e com taxa de 14%, apresentou uma probabilidade 9,1% do VPL ser igual ou maior que zero.

Figura 22 - VPL do cenário mais provável com taxa = 16,5% a.a.

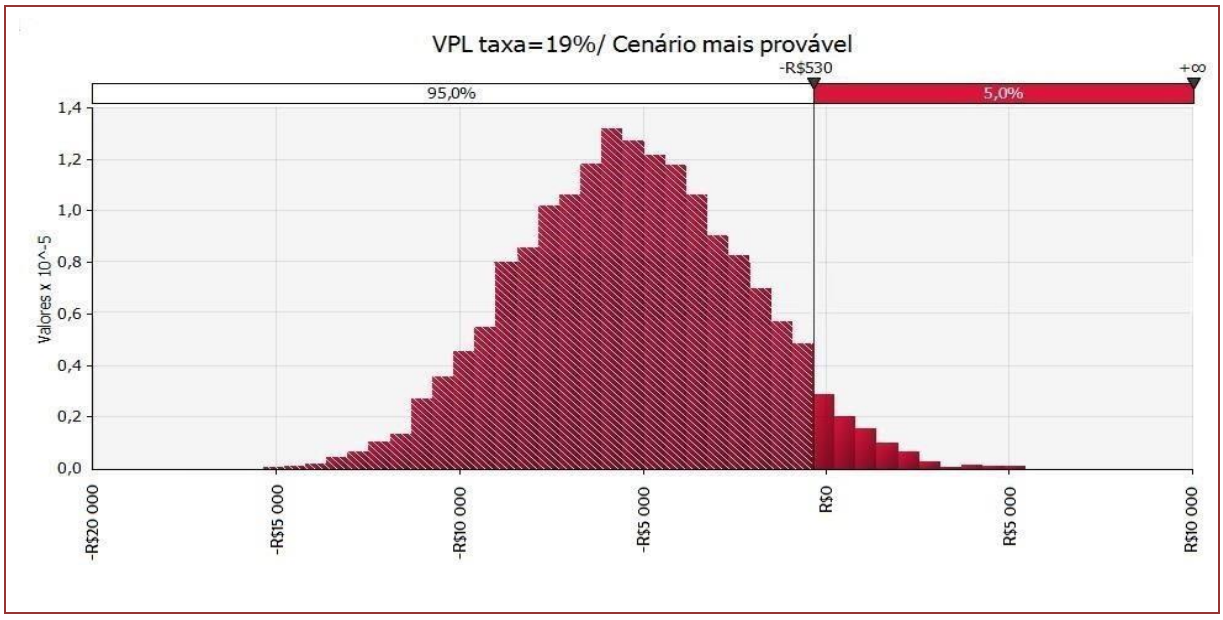


Fonte: próprio autor, 2017.

Na Figura 22, com o mesmo cenário, mas com taxa de 16,5%, a probabilidade do VPL ser economicamente viável caiu para 6,7%.

E na taxa de 19% para esse tipo de cenário houve um decréscimo de 1,7% em relação ao resultado da Figura 23.

Figura 23 – VPL do cenário mais provável com taxa = 19% a.a.



Fonte: próprio autor, 2017

Em resumo, os cenários otimistas mostraram valores de VPL maiores do que zero em 100% das vezes. Enquanto que a probabilidade de o cenário mais provável ser viável economicamente é muito baixa, uma vez que a simulação mostrou probabilidades de sucesso entre 5% e 9,1%.

Na Figura 24 contém o resumo dos resultados obtidos na simulação do MMC:

Figura 24 - Resultados da simulação do MMC

Cenário/VPL	14%	16,50%	19%
Mais provável	9,10%	6,70%	5%
Otimista	100%	100%	100%

Fonte: próprio autor, 2017.

7. CONCLUSÃO

Através dos resultados dos métodos da engenharia econômica pode-se apurar que esse investimento teria viabilidade econômica apenas para o cenário otimista.

Enquanto que o resultado da simulação do MMC apresentou retorno financeiro abaixo de 10% no cenário mais provável e não representou risco para o cenário otimista.

Diante dessas perspectivas, esse trabalho pretende ajudar a empresa a definir as metas de vendas e serviço com base no modelo otimista ou repensar sobre a possibilidade de investir nesse tipo de serviço nesse momento.

A importância do desenvolvimento sustentável também deverá ser levada em consideração, uma vez que o aumento de empresas nesse mercado levará um aumento da competitividade e uma diminuição de preço por parte dos prestadores de serviço. Consequentemente as fábricas podem aumentar o volume de produção e diminuir os custos de venda. Com isso pode-se levar a um aumento de casas com módulos fotovoltaicos, e diminuir a dependência energética do Brasil quanto às hidrelétricas, o que levará a um menor impacto ambiental.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por me permitir chegar até aqui, aos meus pais, que sempre acreditaram em mim, à minha família, aos professores e aos colegas que fizeram parte dessa trajetória e em especial, ao orientador Prof. Dr. Alexsandro Solon, que muito contribuiu para a minha formação e elaboração desse trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] ALTAFIN, I.G. CI aprova isenção de impostos para painéis de energia solar. Acesso em 30 de março de 2017. Disponível em: <www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/05/13/ci-aprova-isencao-de-impostos-para- paineis-de-energia-solar>.

[2] ANEEL. Brasil ultrapassa 5 mil conexões de micro e minigeração. Acesso em 17 de novembro de 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/brasil-ultrapassa-5-mil-conexoes-de-micro-e-minigeracao/656877?inheritRedirect=false>.

[3] ANEEL. Capacidade de Geração do Brasil. Acesso em 16 de novembro de 2016. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>.

[4] ANEEL. Número de conexões acumulado. Acesso em 20 de novembro de 2016. Disponível em:<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/15017959/numero_de_conexoes_acumulado.png/704f99de-f6c1-4688-9229-6414960c7897?t=1474917806505>.

[5] BRASIL. Renda fixa. Acesso em 20 de novembro de 2016. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/04/renda-fixa>.

[6] BRAXIN. Quais são as tarifas mais caras do Brasil? Acesso em 24 de julho de 2016. Disponível em: <http://www.braxin.com.br/quais-sao-as-tarifas-de-energia-mais-caras-do-brasil>.

[7] EXAME. Selic sobe a 14,25%. Veja como ficam poupança e renda fixa. Acesso em 17 de novembro de 2016. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/seu-dinheiro/selic-sobe-a-14-25-veja-como-ficam-poupanca-e-renda-fixa/>.

[8] CABELLO, A.F, POMPERMAYER, F.M.; Energia Fotovoltaica ligada à rede elétrica: atratividade para o consumidor final e possíveis impactos no sistema elétrico. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea, 2013, ISSN 1415-4765

[9] CHU, S., GOLDEMBERG, J., ARUNGU-OLENDE, S., EL-ASHRY, M., DAVIS, G. and NAKICENOVIC, N.;

[10] Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future. InterAcademy Council, Amsterdam.2007. ISBN 978-90-6984-531-9

[11] DOS SANTOS, I.P, RUTHER, R., NASCIMENTO, L, JUNIOR, L.C.P; Ábacos para análise simplificada da orientação e inclinação de sistemas solares fotovoltaicos integrados a edificações. IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da Ises, São Paulo.2012.

[12] INMETRO-Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Tabelas de consumo e eficiência energética. Acesso em: 27 de julho de 2016. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/sistema-fotovoltaico.asp>.

[13] MARTINS, E; Contabilidade de custos: O uso da contabilidade de custos como instrumento gerencial de planejamento e controle. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003, 370 p. ISBN: 8522459401

[14] MINARDI, A.M.A.F.; Teoria de opções aplicada a projetos de investimento. Revista de Administração de Empresas, Abr./Jun. 2000, São Paulo, v. 40/n. 2

[15] PORTALSOLAR. Energia Fotovoltaica. Acesso em 17 de novembro de 2016. Disponível em: <http://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>.

[16] RENDA FIXA. Índices da renda fixa. Acesso em 23 de novembro de 2016. Disponível em: <http://app.rendafixa.rocks/?origin=web#/indexes>.

[17] TORRES, O.F.F.; Fundamentos da Engenharia Econômica e da análise econômica de projetos. Thomson Learning, 2006, 145 p. ISBN: 8522105227.

ANEXO I- ALÍQUOTAS DO SIMPLES NACIONAL – COMÉRCIO

Receita Bruta em 12 meses (em R$)	Alíquota	IRPJ	CSLL	Cofins	PIS/Pasep	CPP	ICMS
Até 180.000,00	4,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,75%	1,25%
De 180.000,01 a 360.000,00	5,47%	0,00%	0,00%	0,86%	0,00%	2,75%	1,86%
De 360.000,01 a 540.000,00	6,84%	0,27%	0,31%	0,95%	0,23%	2,75%	2,33%
De 540.000,01 a 720.000,00	7,54%	0,35%	0,35%	1,04%	0,25%	2,99%	2,56%
De 720.000,01 a 900.000,00	7,60%	0,35%	0,35%	1,05%	0,25%	3,02%	2,58%
De 900.000,01 a 1.080.000,00	8,28%	0,38%	0,38%	1,15%	0,27%	3,28%	2,82%
De 1.080.000,01 a 1.260.000,00	8,36%	0,39%	0,39%	1,16%	0,28%	3,30%	2,84%
De 1.260.000,01 a 1.440.000,00	8,45%	0,39%	0,39%	1,17%	0,28%	3,35%	2,87%
De 1.440.000,01 a 1.620.000,00	9,03%	0,42%	0,42%	1,25%	0,30%	3,57%	3,07%
De 1.620.000,01 a 1.800.000,00	9,12%	0,43%	0,43%	1,26%	0,30%	3,60%	3,10%
De 1.800.000,01 a 1.980.000,00	9,95%	0,46%	0,46%	1,38%	0,33%	3,94%	3,38%
De 1.980.000,01 a 2.160.000,00	10,04%	0,46%	0,46%	1,39%	0,33%	3,99%	3,41%
De 2.160.000,01 a 2.340.000,00	10,13%	0,47%	0,47%	1,40%	0,33%	4,01%	3,45%
De 2.340.000,01 a 2.520.000,00	10,23%	0,47%	0,47%	1,42%	0,34%	4,05%	3,48%
De 2.520.000,01 a 2.700.000,00	10,32%	0,48%	0,48%	1,43%	0,34%	4,08%	3,51%
De 2.700.000,01 a 2.880.000,00	11,23%	0,52%	0,52%	1,56%	0,37%	4,44%	3,82%
De 2.880.000,01 a 3.060.000,00	11,32%	0,52%	0,52%	1,57%	0,37%	4,49%	3,85%
De 3.060.000,01 a 3.240.000,00	11,42%	0,53%	0,53%	1,58%	0,38%	4,52%	3,88%
De 3.240.000,01 a 3.420.000,00	11,51%	0,53%	0,53%	1,60%	0,38%	4,56%	3,91%
De 3.420.000,01 a 3.600.000,00	11,61%	0,54%	0,54%	1,60%	0,38%	4,60%	3,95%

Fonte: Adaptado de Normas legais (2017).

ANEXO II- ALÍQUOTAS SIMPLES NACIONAL – SERVIÇOS

Receita Bruta em 12 meses (em R$)	Alíquota	IRPJ	CSLL	Cofins	PIS/Pasep	CPP	ISS
Até 180.000,00	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,00%	2,00%
De 180.000,01 a 360.000,00	8,21%	0,00%	0,00%	1,42%	0,00%	4,00%	2,79%
De 360.000,01 a 540.000,00	10,26%	0,48%	0,43%	1,43%	0,35%	4,07%	3,50%
De 540.000,01 a 720.000,00	11,31%	0,53%	0,53%	1,56%	0,38%	4,47%	3,84%
De 720.000,01 a 900.000,00	11,40%	0,53%	0,52%	1,58%	0,38%	4,52%	3,87%
De 900.000,01 a 1.080.000,00	12,42%	0,57%	0,57%	1,73%	0,40%	4,92%	4,23%
De 1.080.000,01 a 1.260.000,00	12,54%	0,59%	0,56%	1,74%	0,42%	4,97%	4,26%
De 1.260.000,01 a 1.440.000,00	12,68%	0,59%	0,57%	1,76%	0,42%	5,03%	4,31%
De 1.440.000,01 a 1.620.000,00	13,55%	0,63%	0,61%	1,88%	0,45%	5,37%	4,61%
De 1.620.000,01 a 1.800.000,00	13,68%	0,63%	0,64%	1,89%	0,45%	5,42%	4,65%
De 1.800.000,01 a 1.980.000,00	14,93%	0,69%	0,69%	2,07%	0,50%	5,98%	5,00%
De 1.980.000,01 a 2.160.000,00	15,06%	0,69%	0,69%	2,09%	0,50%	6,09%	5,00%
De 2.160.000,01 a 2.340.000,00	15,20%	0,71%	0,70%	2,10%	0,50%	6,19%	5,00%
De 2.340.000,01 a 2.520.000,00	15,35%	0,71%	0,70%	2,13%	0,51%	6,30%	5,00%
De 2.520.000,01 a 2.700.000,00	15,48%	0,72%	0,70%	2,15%	0,51%	6,40%	5,00%
De 2.700.000,01 a 2.880.000,00	16,85%	0,78%	0,76%	2,34%	0,56%	7,41%	5,00%
De 2.880.000,01 a 3.060.000,00	16,98%	0,78%	0,78%	2,36%	0,56%	7,50%	5,00%
De 3.060.000,01 a 3.240.000,00	17,13%	0,80%	0,79%	2,37%	0,57%	7,60%	5,00%
De 3.240.000,01 a 3.420.000,00	17,27%	0,80%	0,79%	2,40%	0,57%	7,71%	5,00%
De 3.420.000,01 a 3.600.000,00	17,42%	0,81%	0,79%	2,42%	0,57%	7,83%	5,00%

Fonte: Adaptado de Normas legais (2017).

Capítulo 14

Aplicação da filosofia Lean Seis Sigma e gestão de pessoas na área produtiva de uma empresa do setor de componentes automotivos

Charles Cristian Silva Costa
João Gabriel Rubez da Costa
Rosinei Batista Ribeiro

Resumo: Este artigo tem como objetivo mostrar que é possível alinhar e unificar a gestão de pessoas com o mecanismo DMAIC em um ambiente que a ferramenta S.P.A.C.E é aplicada constantemente. A metodologia busca diagnosticar quais são os impactos que o método *Lean* Seis Sigma, através do sistema DMAIC em consonância com ferramenta SPACE, causam no setor produtivo, por meio da realização de um estudo de caso e análise de dados quantitativa que será realizado em uma empresa M, situada em uma região do Vale do Paraíba, visto que, o DMAIC fornece uma visão mais tangível e completa do processo produtivo. Assim espera-se que o método Lean Seis Sigma com a gestão de pessoas principalmente o método SPACE, possa trazer diversos benefícios, dentre os quais podem-se citar: maior valorização do capital humano, contribuir para a criação de um ambiente organizacional saudável e equilibrado gerando maior proximidade entre líderes e colaboradores.

Palavras-chave: Produção Enxuta. Seis Sigma. Gestão de Pessoas

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo é a evolução de uma pesquisa que foi realizada no primeiro semestre de 2019, durante o curso de Gestão Empresarial, que buscava mostrar a relevância da junção de gestão de pessoas e gestão da qualidade, tendo como diferencial a utilização da ferramenta SPACE. Obtendo ganho na produção e diminuição no indicador de sucata, provando assim, que não existe qualidade sem Gestão de Pessoas.

Porém, agora este estudo foi transportado para a área de Gestão da Produção Industrial alinhando a filosofia Lean Seis Sigma, por meio do método DMAIC com a ferramenta S.P.A.C.E de Gestão de Pessoas, para criar soluções de melhoria contínua.

O método DMAIC, (*define, measure, analyse improve e control),* ou seja, definir, medir, analisar melhorar e controlar, é fundamental para o controle e melhoria contínua do processo produtivo, foi desenvolvido dentro da empresa Motorola com a finalidade de alcançar um índice zero de erros e desperdícios, para tanto, o DMAIC possui uma fase de planejamento e compreensão do processo produtivo mais profunda.

Entretanto, nota-se que existe um grande problema no alinhamento do DMAIC, com a gestão de pessoas em sua aplicação dentro da empresa M. Essa falta de alinhamento prejudica a atuação dos colaboradores no processo, atrapalhando seu entendimento sobre o sistema, e afetando diretamente o resultado. Visto que, o DMAIC cria um ciclo que busca a eliminação de erro, redução de desperdício e redução da variabilidade, presentes no processo produtivo, com foco na necessidade do cliente. Esta situação gera o seguinte questionamento: Como alinhar e unificar a atuação da gestão de pessoas e o método DMAIC?

Sendo assim, em meio a este cenário, o objetivo do presente trabalho é mostrar que é possível alinhar e unificar a gestão de pessoas com a filosofia Lean Seis Sigma, através do método DMAIC em um ambiente onde a ferramenta S.P.A.C.E é aplicada constantemente, gerando mudanças no ambiente organizacional, e otimizando os resultados do DMAIC. Trazendo assim, maior valorização do capital humano por meio da clareza presente no SPACE, com ela, o gestor transmitirá os objetivos do sistema DMAIC, explicando porque é importante aplica-lo no setor produtivo, e por meio da empatia, também presente no SPACE, criar um ambiente organizacional saudável e equilibrado.

Além disso, os objetivos específicos desta pesquisa são analisar os conceitos e ferramentas presentes dentro do ciclo; analisar a influência do S.P.A.C.E. na aplicação e nos resultados gerados pelo DMAIC.

Neste sentido, a pesquisa é significante, porque busca diagnosticar os impactos positivos do DMAIC e da gestão de pessoas no setor de produção além, de apresentar a imensa gama de ferramentas presentes no conceito de DMAIC, que permite a compreensão total do processo produtivo, e também o uso de cada ferramenta em cada fase do ciclo com a finalidade de levantar hipóteses de melhoria contínua para o setor produtivo. Para embasar este artigo serão utilizados autores como Chiavenato (2003) e (2010) seus livros “Introdução à Teoria Geral da Administração” e “Gestão de Pessoas”, Cechin e Cechin (2018) em seu artigo “Avaliação Qualitativa das ferramentas Leansigma: Estudo de Caso em uma Empresa Automobilística.”, Karl Albreach (2007) no seu livro “Inteligência Social: A Nova Ciência do Sucesso” entre outros.

O presente artigo terá como metodologia uma pesquisa bibliográfica para melhor compreender os conceitos que englobam o tema abordado por esta pesquisa, em seguida será realizado um estudo de caso e uma análise de dados quantitativa na empresa M, sendo esta, uma indústria que atua no ramo de autopeças situada em uma região do Vale do Paraíba Paulista litoral norte - RMVPLN, e possui cerca de 4800 colaboradores. O estudo será realizado no setor de Prensas, através do programa de melhoria contínua da empresa.

Assim, a metodologia utilizada busca diagnosticar quais as mudanças ocorridas no setor produtivo através, da aplicação da filosofia *Lean* Seis Sigma presente no método DMAIC em consonância com a inovadora ferramenta, de gestão de pessoas, S.P.A.C.E., desenvolvida por Karl Albreacht em seu livro, “Inteligência Social: A Nova Ciência do Sucesso”.

Desta maneira, espera-se que a ferramenta DMAIC com a gestão de pessoas principalmente o método SPACE, possam trazer diversos benefícios, dentre os quais podem-se citar: maior valorização do capital humano; contribuir para a criação de um ambiente organizacional saudável e equilibrado; gerar maior proximidade entre líderes e colaboradores.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Maximiano (2009), fábrica é um tipo de organização sendo assim, para Maximiano (2009), "organização é um sistema de trabalho que transforma recursos em bens e serviços". Ou seja, a organização é uma união de recursos humanos, capital e matéria-prima coordenados pela administração.

Portanto, organização não é somente uma empresa que produz bens e serviços, ela é união de recursos humanos, físicos, capital e matéria-prima, divididos e alocados corretamente e ainda supervisionados pela administração afim de realizar uma atividade dinâmica e competitiva que contribua para o bem-estar da sociedade.

2.1. GESTÃO DE PESSOAS: FUNDAMENTOS E CONCEITOS

A Gestão de Pessoas é necessária para a construção e manutenção de uma organização dinâmica e competitiva. Chiavenato (2010, p.14) define Gestão de Pessoas como "um mecanismo que procura ajudar o gestor nas funções administrativas, porque não realiza o seu trabalho sozinho, mas através das pessoas que formam sua equipe".

Para Mascarenhas (2015, p. 15), "Gestão de Pessoas é a mobilização, a orientação, o direcionamento e administração do fator humano no ambiente organizacional", ou seja, gestão de pessoas é um mecanismo que auxilia o gestor a desempenhar suas funções administrativas além de proporcionar um trabalho em equipe alinhando os interesses dos colaboradores com os interesses da organização, visando aumentar a qualidade do produto.

Com a melhoria da qualidade do produto e do atendimento, num ambiente organizacional saudável, gerado pela gestão de pessoas, criou-se um setor organizacional dinâmico e produtivo.

Chiavenato (2010 p.17) estabeleceu seis subsistemas de gestão de pessoas, que regem todos os seus processos, sendo eles: subsistema de agregação, subsistema de aplicação, subsistema de desenvolvimento, subsistema de manutenção e subsistema de monitoração.

As ferramentas de gestão de pessoas são instrumentos que auxiliam os profissionais de recursos humanos e líderes na administração efetiva de pessoas (MARQUES, 2016).

De acordo com Ávila e Stecca (2015, p.49), *feedback* é uma ferramenta que deve ser bem avaliada principalmente pelo gestor, que irá planejar em conjunto com o subordinado, como melhorar o seu desempenho. Uma das características de um bom gestor, é ser capaz de fazer uma boa avaliação e de saber dar o feedback ao subordinado.

Uma boa avaliação de feedback deve ter várias características sendo uma delas, o fato de que o gestor deve começar o *feedback* com os aspectos positivos, pois isso deve predispor o avaliado a aceitar melhor os aspectos negativos. Importante ressaltar, também, que o tempo abordado pela avaliação não deve ser muito longo, pois é mais fácil avaliar e conversar sobre o que ocorreu recente, do que no passado. Usar a ferramenta de feedback é importante, pois facilita o diálogo no cotidiano, no qual o gestor deve preparar um roteiro, pois poderá ter momentos de emoção e de atritos.

Ávila e Stecca (2015, p 41) afirmam, que de modo geral, as organizações estão cada vez mais conscientes da importância do programa de capacitação que consiste em um treinamento e desenvolvimento dos seus colaboradores, não só para aumentar a produtividade e a rentabilidade, mas também como estratégia de manutenção e de desenvolvimento pessoal.

As ações de treinamento e desenvolvimento ocupam papéis centrais dentro do sistema de gestão no contexto organizacional, pois seus aspectos são essenciais para a interação entre o colaborador e seu trabalho, que se traduzem em diferenças de desempenhos individuais e coletivos, influenciando em sua produtividade e competitividade. Um programa de capacitação deve ser sempre um processo contínuo e dinâmico, objetivando promover a melhoria da atuação profissional e a satisfação pelo trabalho realizado.

2.1.1 TIPOS DE PROGRAMAS DE CAPACITAÇÃO

Ainda com Ávila e Stecca (2015, p42e43), existem variados tipos de programa de capacitação, dentre eles, o primeiro é o Modelo de Rotação de Cargos. Esse modelo visa modificar as pessoas em vários cargos na empresa, para expandir suas habilidades conhecimento e capacidades.

O segundo tipo são os programas de estágio, que visam a formação de colaboradores com escolaridade de nível técnico ou superior. Esses programas têm como principais vantagens, a relação custo benefício e a possibilidade da preparação de profissionais.

2.1.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Segundo Ávila e Stecca (2015, p.48), avaliação de desempenho é um processo de análise de desempenho dos colaboradores no exercício das suas funções, que contribui para o seu desenvolvimento futuro. É um processo pelo qual o gestor identifica, em que medida o desempenho de cada colaborador contribui para satisfazer os objetivos e atingir os resultados esperados. É necessário avaliar o desempenho dos colaboradores, pois eles precisam receber uma resposta a respeito de seu trabalho para saber, quais os pontos em que podem melhorar.

2.1.3 S.P.A.C.E. (CONSCIÊNCIA SITUACIONAL; PRESENÇA; AUTENTICIDADE E EMPATIA)

De todas as ferramentas da gestão de pessoas, que foram abordadas aqui, o S.P.A.C.E. é a mais essencial, pois sem essa ferramenta não é viável a aplicação das outras. A sigla S.P.A.C.E. foi criada por Karl Albrecht (2007), para reunir as principais características do gestor, são elas:

Consciência Situacional é a habilidade de interpretar o comportamento dos colaboradores, a fim de determinar suas intenções e estados emocionais. Presença incorpora a área de padrões verbais, aparência, postura, qualidade da voz e pequenos movimentos. Autenticidade é possuir honestidade, ética, honra, dignidade, abertura e boas intenções. Clareza é a capacidade de explicar e transmitir ideias, informações de forma clara e correta para conquistar a cooperação dos colaboradores. Para De Oliveira et al (2019, p.4) a Empatia é "a capacidade emocional de se colocar no lugar das outras pessoas", ou seja, a capacidade de entender emocionalmente o colaborador, a partir de seus medos, dores, problemas e preocupações.

Albrecht (2007), acrescentou que a ferramenta S.P.A.C.E. traz muitos benefícios. Dentre os quais podem-se citar: maior valorização do capital humano, eliminação de toxicidade, eliminação de ruídos, eliminação de silos organizacionais e/ou funcionais, contribui para a criação de um ambiente organizacional saudável e equilibrado, proporciona fatores que podem motivar os colaboradores, melhora os líderes, gera maior proximidade entre líderes e colaboradores.

2.2. QUALIDADE: FUNDAMENTOS E CONCEITOS

A qualidade total está na vida das pessoas no dia a dia, e hoje é considerada como um diferencial competitivo dentre as organizações.

Por isso, é importante falar de qualidade e nesse sentido, Mello (2011, p.3) afirma: "Gestão da qualidade total é uma filosofia de gestão organizacional criada após a Segunda Guerra Mundial" porque após a Segunda Guerra, o Japão estava passando por uma forte crise econômica e suas empresas precisavam produzir mais, com menor custo. A partir, desta situação surgiu a gestão da qualidade total. Segundo Mello (2011, p.4), o conceito básico de qualidade se fundamenta em 3 fatores: redução de custo; aumento da produtividade e satisfação do cliente.

De acordo com Crosby (1990, p.37), a gerência da qualidade é um meio sistemático de garantir, que as atividades organizacionais aconteçam conforme o planejado. E ainda, Crosby (1990, p.37) pondera que a gestão da qualidade é uma disciplina, que busca a prevenção de erros e problemas, além de criar atitudes e controles que permitam a prevenção.

Sobre gestão qualidade total, Mello (2011, p.7 e 8), salienta que a preocupação com a qualidade não pode estar limitada ao departamento de qualidade, mas precisa envolver toda a organização.

Além disso, Longo (1996), corrobora quando afirma, que a qualidade total reduz a energia de trabalho dos recursos humanos com retrabalhos, por isso é necessário descentralizar os controles em toda a organização e atribuí-los às equipes, permitindo que as próprias equipes resolvam os problemas com responsabilidade e criatividade. E ainda, Longo (1996) acrescenta que, a gestão da qualidade valoriza o capital humano e a sua habilidade de solucionar o problema quando ele ocorre.

Essa premissa de redução de esforços, energia e custos surgiu na Toyota, em 1950, que é chamado método *Lean Manufacturing,* que será abordado a seguir:

2.3. MÉTODO *LEAN MANUFACTURING* (PRODUÇÃO ENXUTA)

Embasado no dicionário eletrônico *linguee*, o termo *lean* significa enxuto e o termo *manufacturing* significa produção. Assim, temos que *lean manufacturing* significa produção enxuta.

Em consonância com Sharma e Moody (2003), o método *lean* é fundamentado em uma produção de fluxo único, ou seja, é um método de produção puxada de acordo com a demanda real de produção, enxugando os processos para atender as necessidades dos clientes.

Conforme Cechin e Cechin (2018 p.99), a produção *lean* tem seu foco principal no cliente, proporcionando produtos e serviços de qualidade e rapidez, sempre tendo como objetivo a eliminação de erros e redução de custos e desperdício, visando acabar com imperfeições na busca da utópica "produção perfeita".

Ainda, em harmonia com Cechin e Cechin (2018 p.100), após a Segunda Guerra Mundial, o Japão ficou destroçado socialmente, politicamente e economicamente enfrentando uma grave crise econômica, nesse sentido de acordo com Womach & Jones & Ross (1992), em 1950, Eiji Toyota foi estudar a fábrica Rogue da Ford, (maior complexo fabril do mundo), e percebeu que não seria possível replicar esse modelo de produção no Japão, pois o sistema Ford de produção possui um grande número de estoque, para que isso ocorra é necessário possuir muitos recursos. Algo que a sua empresa, a Toyota Motors, não possuía no momento. Para solucionar essa questão Eiji se uniu a Taichi Ohno e os dois criaram o sistema Toyota de Produção, mais conhecido como *Lean Manufacturing.*

Cechin e Cechin (2018, p.100), reitera que o princípio basilar do método *lean* é a busca pela redução de custo por meio de eliminação de erros e perdas na produção. E ainda a eliminação de atividades irrelevantes que geram custos e não agregam valor ao cliente.

Liker (2006) admite que o sistema Toyota de produção possui algumas premissas sendo: adoção de fluxo de processos contínuo, utilização de sistemas puxados (just-in-time), equiparar a carga de trabalho, criar uma cultura de parar e resolver problemas (Jidoka), estabelecer tarefas padronizadas, empregar controle visual, usar somente tecnologia confiável e testada, desenvolver líderes comprometidos com a filosofia da organização, desenvolver pessoas e equipes excepcionais, que sigam a filosofia organizacional, respeitar e criar parceria com os *stakeholders (*acionistas e clientes), realização de medidas preventivas, tomadas de decisões conscientes considerando todas as opções e perspectivas.

De acordo com Maciel e da Silva (2011, p.3), o Lean Manufacturing busca contribuir para o progresso da produtividade eliminando os oitos tipos de desperdícios existentes, que são: defeitos (nos produtos), excesso de produção de mercadorias desnecessárias, estoques de mercadorias a espera de processamento ou consumo, processamento desnecessário, movimento desnecessário (de pessoas), transporte desnecessário (de mercadorias), espera (dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior) e intelectual, e além disso, busca transformar o modo que as organizações trabalham, fazendo com que haja um retorno mais rápido dos investimentos financeiros das organizações.

Segundo Womack (2005), o Lean Manufacuring trabalha em cima de cinco diretrizes principais: agregar o valor desejado pelos clientes, convencendo-o, de que eles querem aquilo que é mais fácil de ser produzido pela empresa. Determinar o fluxo de valor para cada produto, importante levantar dúvidas e questionamentos sobre cada fase do processo para verificar se ela é realmente necessária para o processo e assim, eliminar as etapas que não adicionam valor ao cliente.

Maciel e da Silva (2011, p. 4), ponderam que o cliente é quem deve puxar a produção, ou seja, deve-se produzir somente aquilo que o cliente necessita e, nada a mais, estoque, só de segurança e ainda, Maciel

e da Silva (2011, p. 4) acrescentam que o último pensamento do Lean, considerado por muitos a sua base, é a busca sem fim pela perfeição, ou seja, melhoria contínua, para alcançar o desperdício zero.

Dentro do Lean existe diversas ferramentas como o gráfico de espaguete, que de acordo com Faveri (2013) apud in Marcato et al. (2015, p.3), consegue medir a movimentação dos colaboradores em uma determinada operação afim de medir tempo desperdiçado com movimentações desnecessárias. O gráfico de espaguete aponta também a necessidade de se redesenhar o fluxo do processo afim de gerar melhorias como a economia de tempo e movimento, melhorando assim, a produtividade e principalmente o Layout do setor.

Por fim, Siqueira (2009), conclui que o Lean Manufacturing, ou produção enxuta, é um sistema que busca entregar aos clientes, produtos e serviços sem defeitos no menor tempo possível, com menos esforço, recursos, espaços e capital. O Lean é uma universalização do sistema de produção desenvolvido pela Toyota.

2.4. MÉTODO SEIS SIGMA

O método Seis Sigma surgiu em 1988, foi desenvolvido pela empresa Motorola, buscando o zero perfeito composto pela ausência de erros no processo produtivo. Para Snee (2000), o Seis Sigma é uma estratégia de melhoria contínua que visa encontrar e eliminar as causas dos defeitos ou erros nos processos produtivos, privilegiando as atividades que agregam valor para os clientes. Moosa e Sajid (2010) acrescentam que o Seis Sigma é um método de melhoria contínua da Gestão da Qualidade Total. Brun (2011) salienta que o Seis Sigma traz benefícios como a melhora da satisfação dos clientes e diminui a quantidade de variações dos processos.

Segundo Naslumb (2008), a implantação do Seis Sigma possui características como o entendimento do chão de fábrica das expectativas do projeto; liderança da alta administração; aplicação disciplinada do DMAIC; aplicação rápida do projeto (3-6 meses); definição clara dos resultados a serem alcançados; fornecimento de infraestrutura para aplicação das melhorias; foco no consumidor e no processo; e foco na abordagem estatística para melhoria.

Além disso, segundo Siqueira (2009), o Six Sigma é uma estratégia que busca o aumento da satisfação dos clientes e de resultados pela redução da variabilidade de processos, e consequentemente de defeitos. Tem-se mostrado a metodologia mais completa e eficiente para a redução drástica de falhas, permitindo o aprimoramento de processos de maneira estruturada, consistente e duradoura, pois analisa os problemas sob o viés científico, com uso intenso de análise de dados estatísticos.

A ênfase do método Six Sigma está nos resultados financeiros e na possibilidade de eliminar produtos e processos defeituosos.

Porém, conforme Eckes (2001),

> "...existe o reconhecimento da necessidade de gerenciar a mudança da cultura em decorrência do método Six Sigma. A aplicação desse método envolve uma transformação cultural para lidar com fatos e dados. Para algumas empresas essa transformação significará uma mudança radical em suas práticas de gestão..."

A afirmação do autor permite o levantamento da hipótese de que é possível e necessário a aplicação dos conceitos e ferramentas de gestão de pessoas durante a aplicação da filosofia Seis Sigma, e suas metodologias, ferramentas estatísticas em consonância com o método *Lean Manufacturing.*

2.5. LEAN SEIS SIGMA: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Como exposto anteriormente, o Lean Seis sigma é a junção de duas metodologias diferentes, o Lean Manufacturing e o Seis Sigma, fundindo a visão das necessidades reais do cliente com um estruturado programa para reduzir as variações em processos e aumentar a qualidade do produto.

Segundo Salah et al., (2010) apud Rebelato et al., (2014, p.4), a filosofia Lean Seis Sigma compreende por processo sob controle aquele que obtém resultados dentro do previsto, ou seja, com a menor variação possível. Os processos sob controle são considerados Seis Sigma, já os demais necessitam de ações de

melhoria. A diminuição ou eliminação das variações em processos e produtos é a representação da própria melhoria contínua. Após a seleção dos projetos que necessitam de ação, parte-se para a aplicação do método DMAIC da metodologia, que será definida mais adiante.

Assim, Rebelato et al (2014, p.5) finaliza elencando as principais características da filosofia Lean Seis Sigma quais sejam: modificação da cultura organizacional; comprometimento da alta gerência; relacionar e envolver o Lean Seis Sigma ao próprio negócio da organização; relacionar e envolver o cliente da empresa com Lean Seis Sigma; relacionar e envolver os fornecedores da organização com o Lean Seis Sigma; boa definição dos critérios utilizados para a escolha dos projetos a serem selecionados; desenvolver habilidades e treinar o capital humano envolvido nos projetos; utilização dos métodos e ferramentas propostas pela filosofia; recursos financeiros necessários para financiar todo o processo de implantação e desenvolvimento do Lean Seis Sigma; e seleção dos integrantes dos projetos e equipe responsável.

2.5.1. DMAIC (DEFINIR; MEDIR; ANALISAR; MELHORAR E CONTROLAR)

O D.A.M.I.C. é um método onde cada fase possui um grupo de ferramentas. De acordo com Nabhani e Shokri (2009), o DMAIC é um anagrama para Define, Measure, Analyze, Improve e Control, que significa em português, Definir Medir, Analisar, Melhorar e Controlar.

Para Andersson et al (2006), O DMAIC é utilizado para implantar a metodologia seis sigma em um processo preexistente, guiando os passos da aplicação através de suas cinco etapas. Como expressado anteriormente cada fase possui alguns mecanismos que serão utilizados na presente pesquisa, conforme a Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – DMAIC com as Fases, Descrição e Ferramentas

Fases	Descrição	Ferramentas
Definir	Descrição do processo atual	Contrato do Projeto, Escopo do Projeto, Voz do Cliente técnica SIPOC e Mapa de Raciocínio.
Medir	Encontrar os problemas no processo atual	Histograma, Fluxograma, Matriz Causa e Efeito, Mapa do Fluxo de Valor, Mapa de Processo, Estatística descritiva, Matriz Esforço x Impacto, Diagrama de Pareto, Boxplot e gráfico de Espaguete.
Analisar	Buscar a causa raiz do problema no processo	*Brainstorming*, Ferramenta dos 5 por quês, Diagrama de Dispersão, Diagrama de Matriz – Partes da Máquina, Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos, Testes de Hipóteses e Regressão Linear.
Melhorar	Objetivo dessa fase é melhorar o processo atual	plano de ação 5w1h, SMED, Matriz de Priorização, Diagrama de Árvore, Programa 8s e Kaizen.
Controlar	Monitorar o processo evitando erros	Sistema de Resposta do Processo, dispositivo *poka yoke*, OCAP, Cartas de Controle, Controle Estatístico (CEP) e Procedimento Operacional Padrão (POP).

Fonte: Elaborado pelos autores

Aplicando as fases e ferramentas presentes na Tabela 2, é possível reduzir erros e eliminar desperdício que é o principal objetivo do método seis sigma além de outros benefícios. Conforme Su et al. (2006), os benefícios são: processo uniforme de saída dos produtos, redução de defeitos, redução de custos, melhoria da produtividade, mudança de cultura, satisfação do consumidor e aumento do volume de vendas.

2.5.2. SMED (TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS)

Dentre as mais diversas ferramentas presentes dentro do DMAIC, este artigo utilizará principalmente a metodologia SMED, *Single Minute Exchange of Die* que significa literalmente "troca de dados em um minuto", ou seja, troca rápida de ferramentas. Segundo Emerciano et al. (2017, p.4), o SMED tem a finalidade de reduzir o tempo gasto na realização de tarefas que não agregam valor ao produto e ao cliente. Isto pode ser feito através da preparação da máquina, enquanto o equipamento está em funcionamento.

Desta forma, aumentando o tempo das etapas restantes, isso tornará o fluxo de produção mais leve. Sendo assim, o chamado gráfico SMED calcula o tempo gasto para troca de ferramentas. Cakmakci (2009) apud in Emerenciano et al. (2017, p.4), acrescenta que o SMED é um conjunto de técnicas que viabilizam as preparações das máquinas no menor tempo possível, ou seja, o SMED proporciona uma forma mais rápida e eficiente modificar um processo de fabricação quando o produto precisa ser alterado.

2.5.3. MATRIZ SWOT (FORÇAS; FRAQUEZAS; OPORTUNIDADES E AMEAÇAS)

Segundo Rodrigues et al.(2005), a matriz SWOT foi criada por Kenneth Andrews e Roland Cristensen, professores da *Harvard Business School,* e posteriormente aplicadas por inúmeros estudiosos, a análise SWOT determina a competitividade de uma organização de acordo com quatro variáveis: *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Oportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças). Através destas quatro variáveis, é possível determinar as forças e fraquezas da empresa, e as oportunidades e ameaças do mercado que a empresa atua. Quando os pontos fortes de uma organização estão alinhados com as oportunidades de mercado, a empresa é considerada competitiva no longo prazo.

Assim, pode-se afirmar que a matriz SWOT é uma ferramenta de gestão estratégica, pois relaciona as oportunidades e ameaças do mercado com as forças e fraquezas da organização, melhorando assim sua competitividade.

3. METODOLOGIA

O presente artigo terá como metodologia uma pesquisa bibliográfica para melhor compreender os conceitos que englobam o tema abordado, em seguida será realizado um estudo de caso e análise de dados quantitativa na empresa M, sendo esta, uma indústria que atua no ramo de autopeças situada em uma região do Vale do Paraíba Paulista, litoral norte – RMVPLN, e possui cerca de 4800 colaboradores.

O estudo será realizado no setor de Prensas, através do programa de melhoria contínua da empresa para melhor compreender as mudanças que aplicação da ferramenta S.P.A.C.E. e Sistema DMAIC causam no setor produtivo por meio da utilização de um fluxograma.

Durante o estudo de caso serão analisados indicadores como o a análise de desempenho dos colaboradores, um indicador que mede a evolução do desempenho individual e coletivo da equipe, permitindo assim, mensurar de forma mais correta a influência da ferramenta S.P.A.C.E. dentro do ciclo DMAIC. Além disso, será utilizada a análise SWOT para mostrar de forma clara e objetiva os impactos do S.P.A.C.E. nos resultados do DMAIC, comparando os cenários posterior e anterior da aplicação.

Outro índice utilizado é o indicador de sucata que é medido em PPM, (Partes por milhão), de peças descartadas. Quanto menos peças descartadas menor o desperdício, porque a maioria é reaproveitada ou corrigida durante o processo. Este indicador aponta o impacto do Lean Sigma na linha produtiva. Já o indicador tempo médio de setup calcula o tempo médio em que a máquina fica parada em um determinado período. Desta forma, o SMED será utilizado como ferramenta para reduzir este indicador.

A metodologia utilizada tem como objetivo diagnosticar as mudanças ocorridas no setor produtivo através, da aplicação do método *Lean* Seis Sigma presente no método DMAIC em consonância com a inovadora ferramenta, de gestão de pessoas, S.P.A.C.E., desenvolvida por Karl Albreacht.

Segundo Gil (2010), a pesquisa bibliográfica é realizada com base em materiais já elaborados, compostos em sua maioria de livros, artigos científicos, publicações periódicas jornais e revistas. Sendo assim, serão pesquisados artigos científicos e livros relacionados ao tema. Ainda de acordo com

Andrade (2009, p.62), o estudo de caso engloba o estudo do conjunto de atividades de uma organização com o objetivo de obter informações gerais sobre a mesma.

Cervo, Bervian e da Silva (2007, p. 67) afirmam que com a análise de dados é possível fazer uma verificação desses dados com o objetivo de comprovar a hipótese da pesquisa.

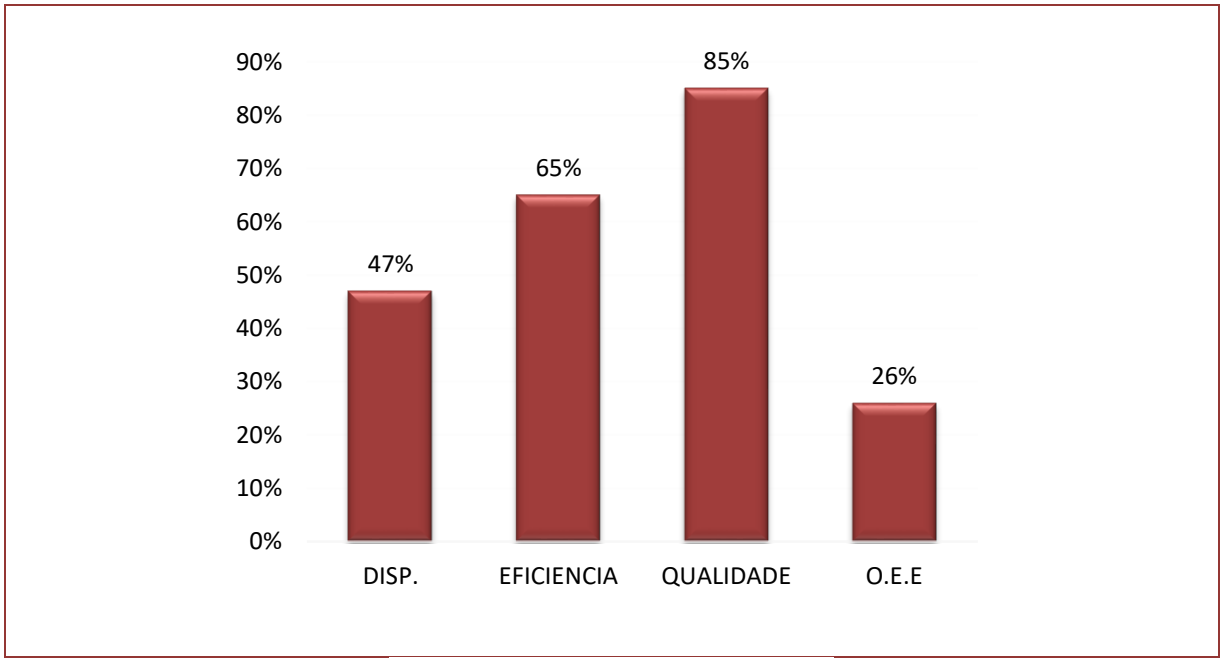
Segundo Knechtel (2014), a pesquisa quantitativa é um tipo de pesquisa que atua sobre um problema humano ou social, é baseada na aplicação ou verificação de uma hipótese, e formada por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas de modo estatístico, com o objetivo de determinar se a hipótese é válida ou não.

Nesse sentido, a pesquisa quantitativa está ligada a análise de dados. Isso significa que ela se preocupa com a quantificação dos dados, comprovando se uma hipótese é válida ou não a partir de análises estatísticas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da aplicação da metodologia, foram observados alguns dados preocupantes, como por exemplo, apenas 26% de O.E.E (Eficiência Global do Equipamento) de um total de 100%, sendo que a margem ideal é 70%. Como mostra o gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1 – Média da O.E.E. Antes da Aplicação

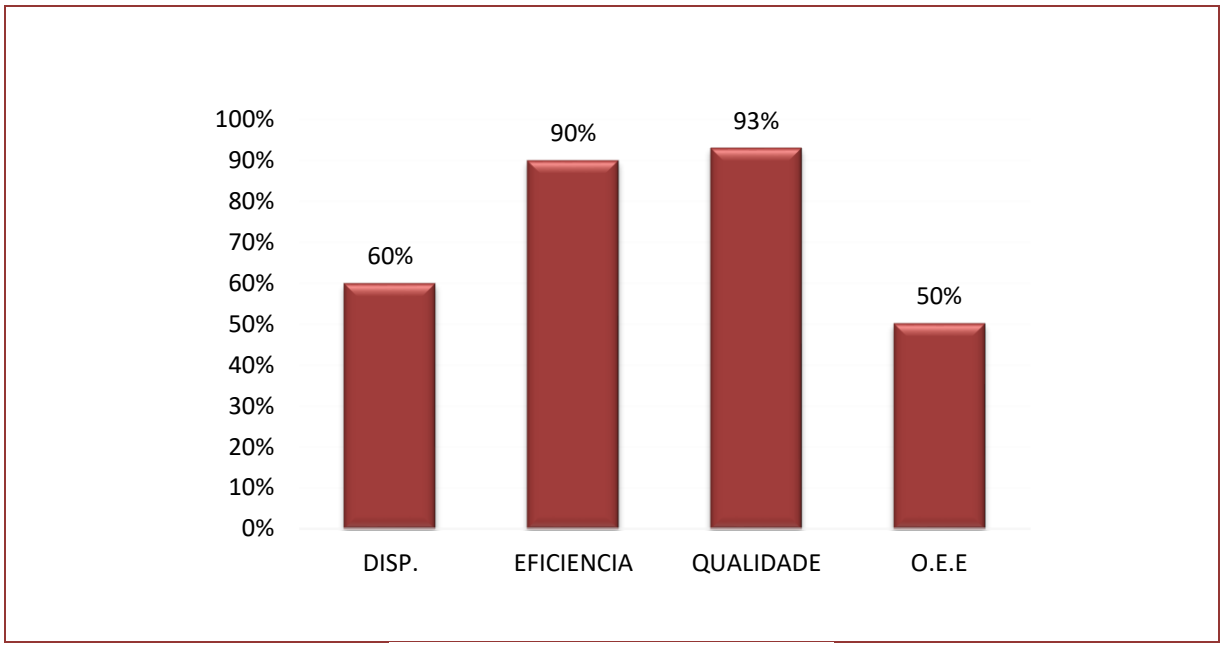


Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O O.E.E. é um indicador que mede a eficiência de um setor ou equipamento para medir a disponibilidade, a performance e a qualidade produtiva de um setor, área ou de uma organização.

Através da aplicação da ferramenta S.P.A.C.E. foi possível alcançar um resultado positivo no índice O.E.E. que subiu de 26 % para 50 % em 6 meses. Como mostra o Gráfico 2 a seguir:

Gráfico 2 – Média da O.E.E. Após a Aplicação



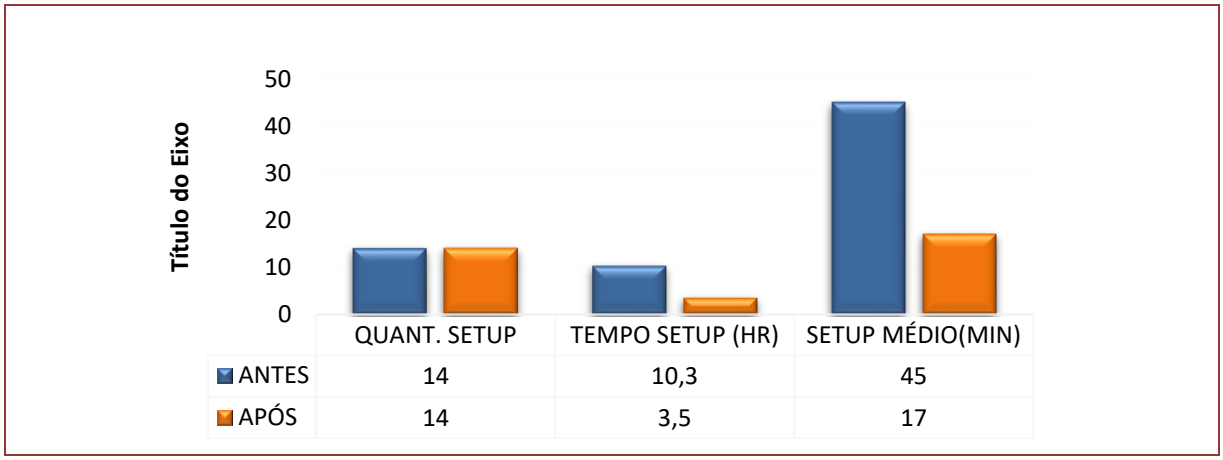
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Com a realização dos encontros semanais, onde foram explicados os conceitos e objetivos por trás da utilização das ferramentas gerou mais confiança na equipe, aproximou o gestor dos colaboradores melhorando a comunicação entre eles e fazendo com que os membros da equipe se sentissem mais valorizados. E ainda, com a aplicação da ferramenta S.P.A.C.E. em conjunto com o Programa 5 S conseguiu-se uma melhor organização no ambiente de trabalho, padronização da produção, garantindo a limpeza do ambiente e gerando motivação na equipe, e com isso o setor de prensa da empresa X conseguiu aumentar a sua eficiência produzindo mais em menos tempo.

Isso significa que qualidade do produto e a performance dos colaboradores aumentaram além de um aumento na disponibilidade do equipamento.

Detectou-se uma alta no indicador de *setup* (tempo da última peça produzida para a próxima produzida boa), que gira em torno de 45 minutos, sendo que o ideal para o setor de prensa é 20 minutos, como mostra o Gráfico 3 a seguir:

Gráfico 3 – Tempo Médio de *Setup*



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Para melhorar esse indicador foi aplicado de forma correta os conceitos e ferramentas de gestão da qualidade como por exemplo *andon, poka yoke e jidoka* alinhadas com as ferramentas de gestão de pessoas como por exemplo treinamento capacitação e *feedback,* permitindo um aumento na produtividade, pois o andon e o *poka yoke* auxiliam na redução de desperdício e na eliminação de erros. Após, a aplicação das ferramentas notou-se que o indicador de *set up* teve uma melhora de seu tempo de 45 para uma média de 17 minutos, chegando ainda numa marca de 15 minutos em alguns meses.

Esses índices se traduzem em ganho na produtividade e aumento na disponibilidade de máquina, o que impactou diretamente no indicador de O. E. E. (índice de Eficiência Global do Equipamento).

Assim, o setor ganhou mais eficiência na produção, a desvantagem foi a dificuldade dos colaboradores se adaptarem às ferramentas, dificuldade essa superada pela aplicação do programa de capacitação.

Observou-se alterações também no índice de sucata como mostrado na Tabela 2 a seguir

Tabela 2 – Comparativo Índice de Sucata

Indice de Sucata	PPM	Meta
Antes da Aplicação	3.333,33	1.000
Após à Aplicação	1.100	1.000

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Conforme mostrado pela Tabela 1, o indicador de sucata estava em 1200 peças sucateadas em uma produção diária de 36.000 peças, obtendo assim, um P.P.M (partes por milhão) de 3.333,33 sendo que, na empresa M, a meta é 1000 P.P.M.

Para solucionar este problema foi aplicado a ferramenta just in time com o objetivo de equalizar a produção e a demanda e através da utilização de um quadro kanban com finalidade de organizar e agilizar a informação. Quando ocorre erros na produção de um determinado produto, é disparado um alerta onde o kanban prioriza a tomada de decisão utilizando as cores vermelho para erro crítico, laranja para erro controlado e amarelo para erros superficiais. Após, a aplicação do kanban percebeu-se que o indicador de sucata caiu de 3.333,33 para 1.100 P.P.M. Isso quer dizer que o desperdício diminuiu, além de um ganho de recursos e produtividade.

Desta forma foi possível diminuir a ocorrência de erros, além do aumento recursos e ganho de tempo, aumentando também o ganho de eficiência na produtividade e qualidade do produto.

É importante ressaltar que o S.P.A.C.E teve um papel importante na implantação do quadro Kanban, para que todos os colaboradores entendessem como a ferramenta funciona e sua necessidade para redução de desperdício e controle de estoque.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise de dados e a exposição dos resultados obtidos percebeu-se uma melhora satisfatória no ambiente organizacional e na qualidade do produto fruto da aplicação dos conceitos e ferramentas de gestão de pessoas e *Lean Six Sigma* explanados ao longo dessa dissertação.

Este trabalho trouxe como fator de inovação em sua metodologia a aplicação conjunta das ferramentas de gestão de pessoas e qualidade o que não ocorre nas demais empresas devido à falta de conhecimento mais amplo sobre o constructo.

O objeto de estudo desta pesquisa foi o setor de Prensa da empresa M, uma empresa multinacional situada no Vale do Paraíba em que foram aplicados os princípios e as ferramentas do *Lean Six Sigma.*

Nesse sentido, a pesquisa contou com um diferencial que demonstrou capaz de tornar qualquer tipo de setor produção da empresa mais dinâmico e eficiente, trata-se da ferramenta S.P.A.C.E., um anagrama que reúne as características essenciais para um gestor dentre outras vantagens abordadas pelo seu criador e comprovadas durante a pesquisa sendo uma delas a capacidade de se criar um ambiente de

trabalho saudável e equilibrado, principalmente através da forma como um gestor se porta dentro da organização, da capacidade de empatia apresentada por ele.

Como ficou claro durante a fundamentação teórica da presente dissertação, não é possível aplicar as ferramentas do *Lean Six Sigma* sem a existência de um ambiente de trabalho saudável e equilibrado.

Não existe qualidade sem gestão de pessoas pois, em um ambiente de trabalho saudável e equilibrado, demonstrou-se o alcance de resultados positivos em um curto período de tempo (6 meses), comprovando que o modo imediatista e superficial de muitos supervisores precisa ser modificado.

REFERÊNCIAS

[1] ALBREACHT, K. Inteligência Social. São Paulo: Pearson, 2007.

[2] ALVES, É. A. C. O PDCA como Ferramenta de Gestão na Rotina. Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro UFF, 2015.

[3] ANDERSSON, R.; ERIKSSON, H.; TORSTENSSON, H. Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. The TQM Magazine, v. 18, n. 3, p. 282–296, 2006. http://dx.doi.org/10.1108/09544780610660004 Apud in DROHONERETSKI, Everton et al. Fatores Críticos para o sucesso do seis sigma: Um Levantamento do Impacto do Tempo de Empresa e do Treinamento na Indústria Alimentícia. Curitiba : FAE, 2016. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1949 Acesso em: 24 jun.2020

[4] ANDRADE, M. M. Introdução à Metodologia de Trabalho Científico. 9ª. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

[5] ÁVILA, L. V.; STECCA, J. P. Gestão de Pessoas. Santa Catarina: Colégio Politécnico UFSM, 2015. Disponivel em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_cooperativismo/terceira_etapa/arte_gestao_pessoas.pdf >. Acesso em: 24 Junho 2020.

[6] BRUN, A. A. I. D. E. E. A. (.. Critical success factors of Six Sigma implementations in Italian companies. International Journal of Production Economics. 1°. ed. [S.l.]: [s.n.], v. 131, 2011. 158-168 p. Disponivel em: <http://dx.doi.org/10.1108/09544780210416702>.Apud in DROHONERETSKI, E. E. A. Fatores Críticos para o sucesso dos seis Sigma: Um Levantamento do Impacto do Tempode Empresa e do Treinamentona Indústria Alimentícia. 1ª. ed. Curitiba: FAE, 2016. Disponivel em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1949 >. Acesso em: 24 Junho 2020.

[7] CAKMAKCI, Mehmet. Process improvement: Performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 41, n. 1–2, p. 168– 179, 2009. Apud in EMERENCIANO, M. A. M. J.et al. Abrepo: Biblioteca. Abrepo, 2017. ISSN /TNSTO. Disponivel em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_383_31345.pdf>. Acesso em: 12 Março 2021.

[8] CECHIN, Débora Paula Borges de Oliveira & CECHIN, Adriano. Capítulo 10pag 99-106: Avaliação Qualitativa das ferramentas Leansigma: Estudo de Caso em uma Empresa Automobilística. In SOLIANI Duarte Rodrigo Gestão da Produção em Foco. Volume 12 Belo Horizonte: Poison,2018

[9] CERVO, L. A.; AL, E. Metodologia Científica. 6ª. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

[10] CHIAVENATO, I. Introdução à Teoria Geral de Administração. 7. ed. Rio de Janeiro: Elseiver, 2003.

[11] CHIAVENATO, I. Gestão de Pessoas. 3. ed. Rio de Janeiro: Elseiver, 2010.

[12] CROSBY, P. B. Qualidade é Investimento. 3ª. ed. Rio de Janeiro: José Olimpio , 1990.

[13] DE Oliveira Natasha Cristina et al. O conceito de Empatia sob a perspectiva da Psicologia Contemporânea. Repositório Institucional da Associação Educativa Evangélica (AEE), 2019. 1-16 Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/8140/1/O%20conceito%20de%20Empatia%20sob%20a%20perspectiva%20.pdf. Acesso 17 Jun. 2021.

[14] DROHONERETSKI, E. E. A. Fatores Críticos para o sucesso dos seis Sigma: Um Levantamento do Impacto do Tempode Empresa e do Treinamentona Indústria Alimentícia. 1ª. ed. Curitiba: FAE, 2016. Disponivel em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1949 >. Acesso em: 24 Junho 2020.

[15] ECKES, G. A revolução Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro. Tradução: Dr. Reynaldo Cavalheiro Marcondes. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

[16] EMERENCIANO, M. A. M. J. E. A. Abrepo: Biblioteca. Abrepo, 2017. ISSN /TNSTO. Disponivel em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_383_31345.pdf>. Acesso em: 12 Março 2021.

[17] FAVERI F. Identificação dos Desperdícios em um Serviço de Emergência com a Utilização da Metodologia Lean Thinking, 2013.Disponivel em: < http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/00000c/00000c03.pdf>. Acesso em 22/04/2015. Apud in Lima e Marcato

[18] GIL, A. C. Como elaborar Projeto de Pesquisa. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

[19] KNECHTEL, Maria do Rosário. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes, 2014.

[20] LEAN, L. Glossário Ilustrado para Praticantes do Pensamento Lean. 4ª. ed. [S.l.]: Lean Enterprise Institute, 2003.

[21] LIKER, J. K. O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

[22] LONGO, R. Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação. São Paulo: Ipea, 1996.

[23] MARCATO, D. J. D. L. E. R. D. Abrepo: Biblioteca. Abrepo, 2015. ISSN /TNSTP. Disponivel em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_216_273_28454.pdf>. Acesso em: 12 Março 2021.

[24] MARQUES, J. R. Conheça Algumas Ferramentas Essenciais de Gestão de Pessoas. ibc coaching, 2019. Disponivel em: <https://www.ibccoaching.com.br/portal/rh-gestao-pessoas/conheca-algumas-ferramentas-essenciais-de-gestao-de-pessoas/ >. Acesso em: 24 Junho 2020.

[25] MASCARENHAS, A. Gestão Estratégica de Pessoas. São Paulo: Congage Learning, 2015.

[26] MAXIMIANO, A. C. A. Introdução á Administração. São Paulo: Atlas, 2009.

[27] MELLO, C. H. P. Gestão da Qualidade. São Paulo: Pearson, 2011.

[28] MOOSA, K.; SAJID, S. Critical analysis of Six Sigma implementation. Total Quality Management & Business Excellence, v.21, n.7, p.745-759, 2010. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/14783363.2010.483100. Apud in DROHONERETSKI, Everton et al. Fatores Críticos para o sucesso do seis sigma: Um Levantamento do Impacto do Tempo de Empresa e do Treinamento na Indústria Alimentícia. Curitiba: FAE, 2016. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1949 Acesso em: 24 jun.2020.

[29] NABHANI, F.; SHOKRI, A. Reducing the delivery lead time in a food distribution SME through the implementation of six sigma methodology. Journal of Manufacturing Technology Management, v.20, n.7, p.957-974, 2009. http://dx.doi.org/10.1108/17410380910984221. Apud in DROHONERETSKI, Everton et al. Fatores Críticos para o sucesso do seis sigma: Um Levantamento do Impacto do Tempo de Empresa e do Treinamento na Indústria Alimentícia. Curitiba: FAE, 2016. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1949 Acesso em: 24 jun.2020.

[30] NÄSLUND, Dag. Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods? Business Process Management Journal, v.14, n.3, p. 269-287, 2008. http://dx.doi.org/10.1108/14637150810876634. Apud in DROHONERETSKI, Everton et al. Fatores Críticos para o sucesso do seis sigma: Um Levantamento do Impacto do Tempo 16 de Empresa e do Treinamento na Indústria Alimentícia. Curitiba: FAE, 2016. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1949 Acesso em: 24 jun.2020.

[31] RAMOS, F. V. Gestão de Projetos através do DMAIC. Curitiba: Enegep, 2014. Disponivel em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_202_145_25319.pdf. >. Acesso em: 24 Junho 2020.

[32] REBELATO, Marcelo Girobo; et al. Implantação da Metodologia Lean Seis Sigma: Estudo de Caso em uma empresa Industrial. Abrepo: Biblioteca: Enegep2014. Site da Abrepo, 2014. ISSN TNSTP. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_195_107_24912.pdf>. Acesso em: 20 Março 2021.

[33] RODRIGUES, Jorge Nascimento; et al. 50 Gurus Para o Século XXI. 1. ed. Lisboa: Centro Atlântico.PT, 2005.

[34] SALAH, S.; RAHIM, A.; CARRETERO, J. A. The integration of Six Sigma and Lean Management. Sigma, v. 1, n. 3, p. 249-274, 2010. Apud REBELATO, Marcelo Girobo; et al. Implantação da Metodologia Lean Seis Sigma: Estudo de Caso em uma empresa Industrial. Abrepo: Biblioteca: Enegep2014. Site da Abrepo, 2014. ISSN TNSTP. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_195_107_24912.pdf>. Acesso em: 20 Março 2021.

[35] SHARMA, A. MOODY, P. E. A Máquina Perfeita; como vencer na nova economia produzindo com menos recursos. Trad. Maria Lúcia G. Leite Rosa. 1. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

[36] SILVA, M. C. F. M. E. W. B. D. Abrepo: Biblioteca: Enegep 2011. Site da Abrepo, 2011. ISSN TNSTP. Disponivel em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_135_861_18265.pdf>. Acesso em: 12 Março 2021.

[37] SIQUEIRA, M.A. Campos Causa & Efeito: Retorno em dose dupla. Boletim Siqueira Campos ano XII - nº 24, Pág 1-2. Porto Alegre,2009

[38] SNEE, R. D. Impact of Six Sigma on quality engineering. Quality Engineering, v. 12, n.3, p. 9-14, 2000. Apud in DROHONERETSKI, Everton et al. Fatores Críticos para o sucesso do seis sigma: Um Levantamento do Impacto do Tempo de Empresa e do Treinamento na Indústria Alimentícia. Curitiba: FAE, 2016. Disponível em:https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1949 Acesso em: 24 jun.2020.

[39] SU, Chao-ton. Improving service quality by capitalising on an integrated Lean Six Sigma methodology Tai-Lin Chiang Che-Ming Chang. Science, v.2, n.1, p. 1-22, 2006. http://dx.doi.org/10.1504/IJSSCA.2006.009367. Apud in DROHONERETSKI, Everton et al. Fatores Críticos para o sucesso do seis sigma: Um Levantamento do Impacto do Tempo de Empresa e do Treinamento na Indústria Alimentícia. Curitiba: FAE, 2016. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1949 Acesso em: 24 jun.2020.

[40] WOMACK, J.P, JONES, D.T. Soluções Enxutas: Como empresas e clientes conseguem juntos criar valor e riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

[41] WOMACH, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. A máquina que Mudou o Mundo. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

Capítulo 15

Gestão da aplicação do Lean em empresas de serviço: Foco nas concessionárias de veículos

Roberto Barbosa Santos

Resumo: O *Lean Thinking* vem ganhando mais espaço em relação aos setores economicos, não se limitando apenas aos meios de manufatura. Como se percebe, as áreas ligadas a serviços vêm buscando na filosofia de redução de desperdícios, uma maneira de se adaptar as necessidades do mercado; entregando serviços eficientes, com qualidade e satisfazendo as espectativas dos clientes. Contudo, no setor terciário há algumas limitações como a padronização das atividades, já que elas são realizadas de acordo com a necessidade do contratante, além da dificuldade de determinar os fluxos que apresentam desperdícios, principalmente no que envolve a parte administrativa. Para isso, o setor de projetos vem para auxiliar, pois, possui ferramentas que contribui para a gestão e desenvolvimento do pensamento enxuto na empresa e também, na avaliação do desempenho da atividade, o que é importante para que os gestores possam verificar como esse projeto está se desenvolvendo na empresa. Assim, o seguinte trabalho foi desenvolvido através de uma revisão bibliográfica (baseada em documentos acadêmicos como artigos, monografias; dissertação e teses), demonstrando o impacto da filosofia *Lean* nas concessionárias de veículos e como a área de projetos é importante para que a inserção dessa visão de melhoria contínua seja eficiente e demonstre resultados positivos perante as partes interessadas. Além disso, contribuindo para que a empresa fique mais competitiva no mercado, entregando serviços com alto valor agregado e a satisfação dos seus clientes.

Palavras-Chave: Lean. Concessionária. Serviços. Filosofia. Projetos. Ferramentas.

1. INTRODUÇÃO

O mercado mundial vem apresentando grandes mudanças, ao qual, todo o foco estava ligado aos meios de produção, no entanto, percebe-se que isso tem se alterado, devido ao crescimento de outra área que antes não era tida como importante. Assim, o setor econômico que vem ganhando espaço é o terciário, que está ligado com a prestação de serviços.

As empresas voltadas para o campo dos serviços possuem a função de atender os seus clientes com uma demanda completamente específica, customizada para cada necessidade, o que provoca certas dificuldades em manter a qualidade, prazo e até mesmo, padronização de processos. Com isso, as concessionárias de veículos não ficam atrás neste quesito, pois, mesmo possuindo o conhecimento sobre certo produto, faz com ainda assim, exista dificuldades em unir qualidade, tempo e eliminação de desperdícios nos atendimentos aos clientes externos.

Visando isso, alguns conceitos antes exigentes e aplicados nas cadeias produtivas, estão migrando para esse setor, possibilitando mudanças positivas no qual, garante o aumento da qualidade, redução do tempo das atividades, reprocesso e o principal, redução de custos, devido à diminuição de desperdícios. Essas metodologias que estão sendo aplicadas foram originadas do famoso *Lean Manufacture*, que ganhou destaque a partir do Sistema Toyota de Produção (TPS), ao qual vem com a "filosofia" de que é possível entregar mais com menos.

Como em serviços não se trabalha com a transformação de matéria, as ferramentas presentes no *Lean* foram adaptadas, o que surgiu o conceito de *Lean Service*, que visa padronizar e garantir que todas as atividades serão realizadas com menos etapas, garantindo a satisfação do cliente externo. Além disso, essa ferramenta contribui para a satisfação dos colaboradores e o aumento dos lucros, devido a relação inversa entre retrabalho e desperdícios, em relação à qualidade e entregas nos prazos corretos.

Dessa maneira, faz com que a organização se destaque no mercado, já que, dentro de uma sociedade altamente globalizada, é necessário que se busque atualizar e entregar aquilo que o seu cliente deseja, trazendo a sensação de que tudo está sendo realizado, de forma personalizada, conforme a sua necessidade. Pensando nisso, qual a importância e aplicabilidade do *Lean Service* para o setor terciário? Além disso, como deve ser a gestão da área de projetos e lideranças para a aplicação dessa metodologia nas concessionárias de veículos?

Dessa maneira, o objetivo principal é apresentar qual a importância dos gestores de projeto, juntamente com a qualidade e as lideranças da empresa, de como é relevante inserir essa nova visão de processos, de maneira a aprimorar cada uma das atividades da concessionária, aplicando o conceito de melhoria contínua.

Já sobre os objetivos específicos o presente trabalho visa apresentar os conceitos de serviços, *Lean* e *Lean Service*, além de definir o que é o setor terciário, mais conhecido como setor de serviços. A partir dessas definições, será discutida a aplicação dessas metodologias e como a gestão dessas ferramentas podem impactar as empresas que prestam serviços de vendas e pós-vendas das grandes marcas de veículos automotores.

Enfim, o estudo em questão busca analisar através de uma revisão teórica, embasada em documentos acadêmicos (artigos, teses e dissertações), meios de inserir essa metodologia na cultura da organização e principalmente, em como os conceitos de redução de desperdícios e melhoria contínua, provocará grandes efeitos na qualidade de trabalho e na rentabilidade da empresa.

2. LEAN E O SETOR TERCIÁRIO

A economia mundial vem apresentando grandes mudanças, ao qual, criou abertura para um novo setor, o terciário, que a cada dia está angariando mais espaço no mercado atual. Segundo Michellin (2013), no Brasil, esse setor econômico vem apresentando uma posição de relevância no PIB, mostrando a sua relevância. Dessa maneira, com o crescimento do setor de serviços perante a economia, os gestores estão buscando soluções para tornar esses processos enxutos e visando sempre a melhoria contínua. Com isso, uma das metodologias que está sendo aplicada, é a do *Lean Think,* que será discutida nesse artigo.

2.1. SETOR DE SERVIÇOS

Percebe-se que tudo que é comprado atualmente, tem a presença de algum serviço embutido, seja no Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) ou nos processos de pós-vendas — como acontece nas concessionárias de veículos — o que contribui para a expansão desse setor da economia cada dia mais. Por isso, Michellin (2013 apud Oliveira et al. 2009) afirma que o setor terciário está se tornando importante para o Produto Interno Bruto (PIB) de diversos países, inclusive, daqueles bem industrializados.

Isso está sendo causado pelo fato da necessidade apresentada pelos clientes de ter um auxílio após as suas compras; de ter empresas especializadas em processos que eles mesmos não executam. Dessa maneira, pode definir serviços como uma transação realizada por uma empresa ou indivíduo que consiste em um ato, ação ou desempenho (MICHELLIN, 2013 apud LAS CASAS, 2000).

André-Lopez, González-Requena e Sanz-Lobera (2015) enfatizam que isso nada mais é que uma parte do tempo que é consumido para entregar um benefício ou experiência, de acordo com a necessidade do consumidor. Com isso, há algumas características chaves dos serviços, como: intangibilidade, inseparabilidade, variabilidade, perecibilidade e falta de propriedade.

Assim, serviço é um meio de produção que não é possível ser dono, assim, como descrito por Michellin (2013 apud FADEL, REGIS FILHO, 2009), ele pode ser vivenciado; o que impossibilita, na maioria das vezes, a sua efetiva padronização. Contudo, são customizados para atender ao que o cliente deseja.

2.2. O LEAN E SUAS VERTENTES

Com as constantes mudanças apresentadas pelo mercado, faz com que as organizações sejam obrigadas a buscar a melhoria contínua de cada um de seus processos, ao qual, segundo Correa e Salume (2017) é uma maneira de garantir, além da máxima eficiência na execução de suas atividades, também a fidelização de seus clientes. Pensando nisso, uma metodologia foi criada com esse foco, melhoria contínua e satisfação dos clientes. Essa metodologia é conhecida como *Lean*.

Grandes montadoras de veículos automotores estão presentes na sociedade, desde o século XX, contudo, uma ganhou destaque devido o desenvolvimento de uma nova cultura para as suas atividades produtivas. Essa famosa montadora é a Toyota, a qual, desenvolveu uma filosofia que está disseminada em diversas empresas pelo globo terrestre. De acordo com Pedrão (2014), essa empresa apresentou para o mundo o TPS (*Toyota Production System* – Sistema Toyota de Produção), que é uma metodologia de administração da manufatura, que surgiu no Japão em meados a década de 1960, dando ao mundo a visão do *Lean*.

Entretanto, o termo *Lean Production* (Produção Enxuta) ganhou destaque anos depois no qual, segundo Fortes (2010) a palavra *Lean* foi apresentada pela primeira vez no livro "A máquina de mudou o mundo", por Wornack, Jones e Roos, em 1992. Foi nesse estudo que eles demonstraram o uso de um termo para descrever o funcionamento da empresa japonesa que conseguia produzir em massa, mas, utilizando o mínimo possível para que suas atividades fossem concluídas.

Porém, ainda acompanhando a linha de pensamento de Fortes (2010 apud WOMACK, JONES e ROOS, 1992), como o ponto principal do *Lean* é a eliminação de desperdício (seja ela de material ou atividades desnecessárias), faz com que a sua aplicação não se limite apenas aos meios de transformação, mas em qualquer setor econômico, ou seja, em qualquer tipo de indústria.

Através desse pensando, os princípios da produção enxuta começam a sair do chão de fábrica e adentrar a outras áreas da empresa, ao qual, Pedrão (2014) demonstra que empresas do mundo todo, em meados de 1990, começaram a aplicar essa filosofia na gestão de outros setores. Já Fortes (2010) descreve que os mesmos autores de "A máquina que mudou o mundo" definem que isso não é um conceito descrito para atividades isoladas, trazendo ao mundo o *Lean Enterprise,* que uma visão de uma empresa enxuta.

Com essa visão do *Lean Enterprise*, o pensamento de produção enxuta deixa de ser específico de uma área e começa a ser disseminado em outras, mostrando que é um conceito que pode ser aplicado em áreas de serviços, pois, Fortes (2010 apud BOWEN e YOUNGDAHL, 1998) descreve que as ferramentas que são aplicadas nessa filosofia, possibilitam o beneficiamento de outros setores econômicos, ou seja, demonstrando a possibilidade de inserir a metodologia *Lean* nas áreas de serviço.

Assim, com a visão apresentada pelos os autores, Michellin (2013 apud Forbes 2010) demonstra que as ferramentas da produção enxuta contribuem para que as empresas de serviços tornem mais competitivas no mercado, contudo, vale ressaltar que, o que é aplicado para o *Lean Service* são as práticas atribuídas aos meios produtivos e não a lógica da linha de montagem.

Dessa maneira, concluindo o pensamento, Michellin (2013 apud Forbes 2010) determina que é necessário a atuação do pensamento enxuto com o valor do serviço, através da capacidade da organização de entregar para o cliente final um serviço com alto valor agregado, com qualidade, no prazo e apresentando um preço dentro das expectativas do consumidor

3. GESTÃO DA APLICAÇÃO DO LEAN SERVICE NAS CONCESSIONÁRIAS DE VEÍCULOS

Devido as grandes concorrências que vem acometendo as atividades das grandes prestadoras de serviços de vendas e pós-vendas, fez com que as empresas iniciassem movimentos de mudanças no seu pensamento, para que se adaptarem as necessidades do nicho de clientes que atendem todos os dias. Com isso, as grandes concessionárias buscam metodologias que possam auxiliar nessa evolução, pois, conforme sugerido por Atkinson e Linchan (2008), uma das razões para a aplicação de uma gestão *Lean* em suas atividades, é a redução dos desperdícios nos processos.

Contudo, não é um processo tão simples de ser aplicado, já que, assim como apresentado por Atkinson e Linchan (2008), o sucesso de sua aplicação está ligado diretamente ao total envolvimento dos líderes, além disso, é necessária uma alteração na cultura interna da empresa, o que pode causar algumas resistências, pois, novidades que tiram as pessoas da inercia, podem causar sentimentos de revolta e dificuldade em adaptação. Dessa maneira, é importante que as lideranças estejam alinhadas e totalmente dispostas a trabalhar isso, para que os seus liderados também comprem a ideia e coloque cada uma das ferramentas em prática.

3.1. PENSANDO O *LEAN* NAS OFICINAS E CONSULTORIAS

Já imaginou quais são os motivos que um veículo é encaminhado para uma concessionária? Bem, na maioria dos casos está ligada a garantia de compra, revisões; algumas manutenções mais específicas e até mesmo, processos de reforma após um acidente. Contudo, já parou para pensar o que o seu cliente espera? Segundo Cardoso (2011) isso é um fator complicado, porque o cliente (na maioria das vezes) não sabe o que deve ser feito, apenas que há um problema com o seu veículo ou chegou o prazo para a revisão.

Dessa maneira, entra o trabalho das concessionárias e, principalmente, dos técnicos e consultores internos. Com isso, o que é esperado é um serviço diferenciado, pelo simples fato de que é uma empresa que é especializada naquele produto que foi adquirido. Além disso, o que ele busca de mais importante, é que o seu veículo fique pronto no menor tempo possível (CARDOSO, 2011).

Porém, muitos pensam: “é impossível entregar o veículo tão rapidamente, porque envolve vários fatores para a sua liberação, que vai desde o seu diagnóstico até a sua liberação”. Contudo, é tão impossível assim? Bem, Braga (2017) discorda desse fator de impossibilidade, pois, a autora apresenta em seu trabalho que é mais que possível reduzir o tempo de operação, a partir do momento que se conhece todos os seus clientes internos e externos e consegue padronizar as operações, provocando assim, um serviço enxuto e de qualidade.

Para isso, Cardoso (2011) afirma que é necessário iniciar o entendimento, a partir da criação de um fluxo de valor para o processo, que é um procedimento utilizado pela maioria das empresas que aplicam a filosofia da produção enxuta ao qual, esse mapeamento inicia no momento que o serviço é agendado até a sua entrega para o cliente. No entanto, Braga (2017 apud LIKER, 2005) defende que a eficiência nessa atividade dependerá da análise, no qual, deve ser feita de acordo com a perspectiva do cliente interno e externo.

A partir da mentalidade de identificar como é cada uma das atividades que são realizadas dentro da concessionária, Cardoso (2011) mostra que é necessário determinar qual são as famílias de serviços da empresa, descrevendo o tempo e qual a quantidade de serviços que possui. Com isso, haverá bons dados para a padronização das atividades.

Com o mapa definido, o próximo passo é buscar a padronização dos processos e a eliminação daquilo que pode ser considerado como desperdício. Dessa maneira, Cardoso (2011) discute em seu trabalho que, o foco na redução dos desperdícios deve ser inicia na sua causa raiz. Assim, Braga (2017) apresenta o dado de que, no momento que é estudado o mapa de fluxo de valor, é possível ter a noção sobre cada etapa e com isso, verificar o que pode ser reduzido e como pode ser aplicado um padrão, já que poderá trabalhar com cada colaborador a visão do processo e assim, trazer um sistema uniforme onde todos possuem o total conhecimento sobre as etapas, qualidade e tempo de atendimento.

No entanto, para que isso possa funcionar, é de suma importância ter uma visão sobre o motivo dessa transformação *Lean* e como isso contribuirá com o futuro da empresa. Pensando nisso, Cardoso (2011) determina que no momento que se consegue entregar o serviço com qualidade e em menor tempo, você adquire não apenas a satisfação do cliente, mas a sua confiança e fidelização. Dessa forma, o fornecimento de serviços deixa de ser empurrado e passa a ser puxado, já que, o próprio cliente voltará em busca de consumir o que mais a empresa possa oferecer para a melhoria do produto, após a sua aquisição.

3.2. PENSANDO *LEAN* NOS ADMINISTRATIVOS DAS CONCESSIONÁRIAS

O pensamento de realizar uma atividade de forma enxuta, não se limita em apenas na produção ou algum serviço em específico. O *Lean* também pode ser abordado no meio administrativo, dentro dos escritórios ligados com a administração geral do negócio. A partir do *Lean Think*, surge mais um conceito que pode ser aplicado nas áreas administrativas, que é o *Lean Office*, que nada mais é uma forma de reduzir os desperdícios das atividades nos escritórios (remoção daquilo que não agrega valor), aumentando a produtividade e eficiência dos processos (ROSSITI, 2015 apud LAGOS et al, 2008 e EVANGELISTA et al, 2013).

Esse pensamento de "escritório enxuto" apresenta diversos benefícios para a organização, contudo, é um processo muito mais complicado, devido à dificuldade de identificar os passos para o fluxo de valor e aquilo que gera desperdício. Segundo Rossiti (2015) há diversas barreiras nas áreas administrativas, que acabam dificultando a aplicação do *Lean* — o que leva gestores a desistirem da aplicação — como o monitoramento e o fluxo da informação; a visualização que certas atividades podem ser melhoradas e até mesmo, a mudança da cultura interna, em relação o quão positivo essa mudança poderá ser.

Contudo, no momento que essa metodologia é aplicada corretamente, Cavaglieri e Juliani (2017) citam diversos benefícios para a organização, como a redução na produção de impressos, do tempo de prestação dos serviços; movimentações excessivas das pessoas; melhoria nos fluxos de informações e diminuição do armazenamento de documentos físicos e aumento do compartilhamento digital, o que agiliza os procedimentos.

Agora, voltando à visão dentro da parte de serviços da concessionária, isso contribui muito com a redução do tempo de espera do cliente, pois, segundo Bagno, Evangelista e Grossi (2013 apud HERZOG, 2013), a partir do momento que identifica aquilo que não agrega valor e isso é retirado, reduzindo o tempo do processo, faz com que o fluxo fique mais contínuo e sem paradas. Para uma concessionária é importante, já que é necessária a intervenção administrativa em algumas atividades, como liberação de documentos fiscais, liberação de crédito, reposição de suprimentos internos e controle dos lucros e despesas da organização que, tendo o seu tempo reduzido, contribui para a liberação mais rápida do serviço.

4. O PAPEL DA GESTÃO DE PROJETOS E DAS LIDERANÇAS, PARA A APLICAÇÃO DO LEAN SERVICE NAS CONCESSIONÁRIAS DE VEÍCULOS

Quando se fala em projetos, o que vem a mente é o pensamento que é um movimento destinado para dar vida a um produto e/ou serviço que ainda não foi produzido; possuindo um prazo para a sua execução (CAVALCANTI, 2017). De certa maneira, essa é a definição de projeto, no entanto, quando se trata da introdução de uma nova metodologia, são as ferramentas apresentadas no estudo dessa área, que contribui para o sucesso de sua aplicação.

No caso da implementação do pensamento *lean*, Cavalcanti (2017) afirma que esse processo aproximou a área da gestão de projetos, que ante estava distante. Uma das questões para isso ter ocorrido, foi o fato

do sequenciamento de cada atividade, pois, o estudo de cada etapa da inserção *lean* na cultura, faz com que as ações e estudos sejam similares.

Além disso, uma coisa que é percebida no momento que é definido pelas gerências a aplicação da filosofia de "produção enxuta" nos processos, é que a execução possui um prazo determinado, para que o pensamento e a mudança na cultura se mantenham no decorrer do funcionamento da empresa (CAVALCANTI, 2017).

Desta maneira o mesmo autor também cita que, no momento que as duas áreas trabalham juntas, faz com que obtenha uma padronização das ferramentas aplicadas; maior disciplina em relação à entrega de cada fase; melhores avaliações dos resultados e alcance dos objetivos propostos. Ou seja, aliando projetos com a implementação do *lean*, facilita o desenvolvimento mais apurado dos meios para promover o avanço cultural da empresa.

Não obstante, há um fator que contribui com o sucesso na execução de cada etapa do projeto *lean*, que é o fator pessoas, ou melhor, colaboradores da empresa. Como é esperado, em toda mudança, haverá resistência, devido à saída da zona de conforto, já que, conforme apresentado por Atkinson e Linehan (2008), o sucesso só será garantido, se houver a participação de todos, desde a alta gerência, até cada um dos colaboradores de linha de frente.

Os gerentes são os grandes responsáveis pelo o sucesso do projeto, porque eles que irão criar um ambiente motivacional para os seus liderados. Atkinson e Linehan (2008) também afirma que o envolvimento das lideranças é de suma importância, pois, eles que irão incentivar cada um de seus liderados, a abraçar a mudança e coloca-la em prática.

Pedrão (2014) disserta em seu artigo que o gerente possue o papel de criar um ambiente ideal, com os recursos necessários para que os funcionários possam comprar a ideia de que é possível aplicar o que eles estão apresentando e com isso, conseguir ampliar o conceito de melhoria contínua. Dessa maneira, uma das condições é desenvolver meios de melhorar a formação de cada um, através de treinamentos e cursos, de maneira que eles não sintam que o conceito está sendo imposto e sim, que eles tenham o sentimento de estarem sendo preparados e convidados a se envolver cada vez mais (ATKINSON E LNEHAN, 2008).

Além disso, com esse pensamento de preparar cada um para ser disseminador da ideia na empresa e assim, conseguir os resultados desejados, faz com que tire as pessoas da inercia e promova mudanças culturais, pois, Atkinson e Linehan (2008) demonstram que o maior meio de influência no sucesso de cada atividade que é proposta, está na cultura interna da empresa.

Dessa forma, os líderes devem trabalhar para que isso comece de dentro para fora, iniciando por eles, que são os pilares para os seus liderados.

Em conclusão, a gestão de projetos se mostra uma área de extrema importância para a inserção do *lean service* nas concessionárias de veículos, devido às ferramentas que ela possui. No entanto, essas ferramentas necessitam de uma maior participação dos envolvidos, principalmente daqueles que estão no gerenciamento das concessionárias, visto que, segundo Cavalcanti (2017), os resultados positivos só podem ser alcançados com a visão holística e participação ativa dos gerentes. Com isso, a filosofia de processos enxutos sairá dos domínios gerenciais e será absorvida e aceita pelas equipes, mudando o pensamento interno e criando uma cultura voltada para a eliminação de desperdícios (PEDRÃO, 2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido as constantes exigências do mercado e as mudanças que estão ocorrendo no pensamento dos clientes que buscam os serviços de uma concessionária, para realizar os reparos e atendimento a garantia de peças dos veículos que foram adquiridos, está criando um movimento de atualização da forma de trabalhar das empresas de serviços. Com isso, os gestores estão buscando a implementação de filosofias, como o *lean thinking*, com o intuito de reduzir os desperdícios nos processos e provocando a ação de melhoria contínua dos colaboradores.

A metodologia *Lean* apresenta uma grande história dentro dos processos da montadora japonesa Toyota, mas, ganhou o mundo após ser citada no livro "A máquina que mudou o mundo". A partir disso, se tornou o sinônimo de mudança da forma de pensar e de executar as atividades do dia-a-dia de uma indústria. Contudo, as suas ferramentas não ficaram apenas no ambiente industrial, começou a expandir

e tomou o mundo do setor terciário, contribuindo para que uma área complicada de se padronizar as atividades, começou a mapear as atividades que atribuem valor e eliminar o que gera desperdício, garantindo um processo de qualidade, eficiênte e satisfatório para os clientes.

Como apresentado no estudo, quando o pensamento de reduzir desperdícios é aplicado nas concessionárias (tanto na parte operacional, quanto administrativa), faz com que se tenha um trabalho com menor processos de execução, rápido e com mais etapas que agregam valor a atividade. Já em relação as áreas administrativas e consultoria, contribui para reduzir o tempo de execução dos processos e contribuindo para o fluxo fique mais contínuo, sem paradas desnecessárias.

Com relação a gestão de projetos, é uma área importante para aplicação, pois, a inserção de uma nova metodologia e a modificação de uma cultura de trabalho, necessita de ferramentas eficientes e eficazes para tornar o processo mais simples. Assim, entra a área de projetos, já que, dentro de seus estudos apresenta meios de contribuir para uma visão mais holística e como tem um pensamento similar ao que o *lean* propõe, facilita a junção das duas áreas para a realização dessa evolução interna da empresa.

Dessa maneira, percebe-se que aplicar a filosofia do "pensamento enxuto" contribui não só com a melhoria dos processos industriais, mas, possibilita com que outras áreas consigam utilizar essas ferramentas, para reduzir os desperdícios de suas atividades e agregar ainda mais valor no que é entregue aos seus clientes, com qualidade, eficiente e que garanta a satisfação de quem contratou o serviço e de quem o executou. Assim, como é um processo novo, fica como indicação para estudos futuros, a verificação de ferramentas do mundo dos projetos, que contribua com o desenvolvimento do *Lean Thinking* nas concessionárias, com excelência e rapidez.

REFERÊNCIAS

[1] ANDRÉS-LÓPEZ, E.; GONZÁLEZ-REQUENA, I.; SANZ-LOBERA, A. Lean Service: reassessment of lean manufacturing for service activities. Procedia Engineering, [s. l.], ano 2015, v. 132, p. 23-30, 2015. DOI https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.463. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581504374X#!. Acesso em: 22 fev. 2020.

[2] BRAGA, Lívia Maia. Caso de Kaizen para aumento de produtividade em oficina de concessionária de veículos no Brasil. 2017. 27 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/55706. Acesso em: 10 fev. 2020.

[3] CAVAGLIERI, Marcelo; JULIANI, Jordan Paulesky. Lean archives:: O emprego do Lean Office na gestão de arquivos. Perspectivas em Ciência da Informação, Belo Horizonte, ano 2017, v. 21, ed. 4, 2017. DOI https://doi.org/10.1590/1981-5344/2726. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362016000400180&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 fev. 2020.

[4] CAVALCANTI, Dalmo. Lean manufacturing project: o impacto da gestão de projetos na implementação do lean em organizações industriais. 2017. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Sorocaba, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/9134. Acesso em: 21 fev. 2020.

[5] CORREA, Luiza Pais; SALUME, Paula Karina. Lean Thinking aplicado ao gerenciamento de projetos:: um estudo de caso no setor de tecnologia da informação. Revista Economia e Gestão, Belo Horizonte, ano 2019, v. 19, ed. 52, p. 82-100, 2019. DOI https://doi.org/10.5752/P.1984-6606.2019v19n52p82-100. Disponível em: http://periodicos.pucminas.br/index.php/economiaegestao/article/view/17132. Acesso em: 18 fev. 2020.

[6] FORTES, Claudio Saenger. APLICABILIDADE DE LEAN SERVICE NA MELHORIA DE SERVIÇOS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI). 2010. 167 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/21585. Acesso em: 11 fev. 2020.

[7] ROSSITI, Ivan Sanchez Malo. Análise dos impactos da aplicação do lean office na unidade de suprimentos de uma empresa construtora. 2015. 145 p. Dissertação (Mestrado em Estrutura e Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/7672. Acesso em: 24 fev. 2020.

Capítulo 16

Alinhamento estratégico na seleção de projetos de TI com Seis Sigma

Regina Célia Messias dos Santos
Humberto Caetano Cardoso da Silva
Marcus Augusto Vasconcelos Araújo
Cristiane Salome Ribeiro Costa
Adilson da Silva

Resumo: É comum que uma empresa tenha um conjunto de diferentes projetos a serem realizados. Entretanto, a limitação de recursos humanos e financeiros impõe aos gestores a necessidade da escolha de um projeto em detrimento de outros. Portanto, a lista de projetos a serem executados devem estar alinhados à estratégia organizacional, de forma que estes contribuam com o alcance das metas e objetivos definidos estrategicamente. Assim, faz-se importante se utilizar de uma metodologia para a seleção de projetos como a seis sigma. A partir de uma pesquisa-ação, o presente estudo efetuou a aplicação da metodologia seis sigma no departamento de controladoria de uma *holding* que centraliza o controle uma rede de distribuição de mercadorias no Brasil composta atualmente por 83 empresas. Após a aplicação da metodologia observou-se que os projetos antes selecionados não estavam necessariamente alinhados à estratégia organizacional e que a seleção de novos projetos passaria a contar com uma metodologia estruturada de forma que houvesse alinhamento com os objetivos organizacionais.

Palavras-chaves: alinhamento estratégico; gestão de projetos; *seis sigma*; pesquisa-ação.

1. INTRODUÇÃO

As organizações têm buscado um uso cada vez mais intenso e amplo de Tecnologia de Informação (TI), considerando-a uma poderosa ferramenta empresarial que representa investimento significativo e deve ter uma implementação bem-sucedida. Nesse contexto, dois dos principais esforços organizacionais são a identificação do valor estratégico dessa tecnologia e uma gerência efetiva de seus projetos. O acerto nessas decisões pode influenciar no sucesso das organizações, devido a geração de vantagens competitivas proporcionadas pela TI nas diversas áreas de negócios das organizações (FERREIRA; LAURINDO, 2008).

Apesar da sua importância, os projetos de TI são muitas vezes cancelados antes de serem concluídos com fortes desvios de orçamento e prazo (STRATOPOULOS; DEHNING, 2000; SILVA; ARAÚJO; DORNELAS, 2018). No entanto, mesmo os projetos de TI que são entregues no prazo muitas vezes não atingem os resultados esperados, ou seja, mesmo quando são executados com sucesso, dentro do orçamento e prazo estes podem não trazer benefícios para o negócio. Estes fatos demonstram uma falta de alinhamento entre os objetivos do negócio e as atividades da TI, onde verifica-se que em muitas organizações existem perspectivas divergentes entre negócio e tecnologia, não existindo uma visão integrada destas perspectivas, o que leva à falha nos projetos que envolvem a TI (AZEVEDO, 2008; CARVALHO et al., 2015).

A quantidade de ideias e projetos que surgem nas organizações é normalmente superior aos recursos disponíveis para sua concretização, sejam estes financeiros, de estrutura, tecnologia ou humanos. Nesse contexto, o alinhamento estratégico entre negócio e gerenciamento de projetos ganha importância devido ao fato desses possibilitarem a execução de estratégias empresariais inovadoras em prol de uma maior competitividade (SRIVANNABOON; MILOSEVIC, 2006; CHIANG; NUNEZ, 2013).

Entretanto, tem-se o cenário onde os recursos são escassos e faz-se necessário a aplicação de um processo de seleção e priorização que permita identificar quais projetos são mais importantes e trazem maior retorno. Assim, as empresas deverão ser capazes de mapear as oportunidades mais relevantes e selecionar os projetos alinhados à estratégia organizacional, o que caracteriza a gestão de portfólio (CARVALHO; RABECHINI JR., 2017).

Para escolher projetos alinhados com a estratégia organizacional da empresa é necessário utilizar uma metodologia composta por um conjunto de métodos estruturados e medidas estatísticas, a exemplo a Metodologia Seis Sigma, que visa avaliar e melhorar as operações produtivas das organizações (ANTONY et al., 2012)

O Seis Sigma se tornou conhecido em muitos países devido à sua capacidade em melhorar o desempenho de um processo, reduzir defeitos em produtos e serviços, minimizar a variabilidade em processos, bem como os custos operacionais (KUMAR; ANTONY; CHO, 2009). Esta estratégia resulta em maior satisfação dos clientes e afeta diretamente a lucratividade e a sobrevivência das organizações (SNEE, 2004; ANTONY et al., 2012; SUNDER; KUNNATH, 2020).

Assim, é de extrema importância que o processo de seleção assegure a alocação ideal de recursos em projetos prioritários, que tenham seus objetivos alinhados à estratégia do negócio com impacto não só na melhoria da eficiência, mas sobretudo na eficácia da empresa, favorecendo assim a garantia da obtenção de vantagem competitiva (CARVALHO, 2002; ROOS, 2014).

Assim, a partir do apresentado, o propósito deste presente estudo foi analisar a aplicação do método Seis Sigma para a seleção de projetos de uma área de negócios assegurando que o portfólio será composto por projetos de alto valor agregado e alinhados à estratégia do negócio.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: após apresentada a Introdução, abordam-se os Fundamentos Teóricos sobre a definição de Projeto, Conceitos e Critérios da Metodologia Seis Sigma, Procedimentos Metodológicos, Análise de Resultados e Conclusões.

2. INTRODUÇÃO

Para a construção do argumento teórico da presente proposta de pesquisa, discutir-se-ão os projetos de tecnologia da informação e o alinhamento estratégico, a seleção de projetos e a estratégia da empresa e a metodologia Seis Sigma.

2.1. PROJETOS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E ALINHAMENTO ESTRATÉGICO

A tecnologia da Informação (TI) é cada vez mais um fator de sucesso na gestão das operações cotidianas, bem como um elemento facilitador essencial para o reforço da vantagem competitiva (CARVALHO; ROMÃO; FAROLEIRO, 2015; HAES; VAN GREMBERGEN; DEBRECENY, 2013).

Nas organizações os esforços para a assimilação e utilização de TI são realizados na forma de projetos de TI. Essa resposta à necessidade da companhia apresenta características que englobam a existência de um objetivo predeterminado, com qualidade, prazo, orçamento, condições ambientais, satisfação dos envolvidos, incertezas, complexidades e urgências (YOSHIKUNI; ALBERTIN, 2018).

De acordo com o Guia PMBOK, projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único (PMI, 2017). O conceito de temporário em projeto indica um início e um término definidos, em outras palavras, eles são finitos e regulares, visando ao desenvolvimento de um novo produto ou serviço que devem gerar valor para os *stakeholders* de forma sustentável.

O PMI, no seu padrão para o gerenciamento de portfólio (PMI, 2017), afirma que o escopo de um portfólio de projetos é o escopo alinhado com as metas estratégicas da organização. Essas metas, por sua vez, estão alinhadas a cenários de negócio diferentes para cada organização. A gestão de portfólio possui quatro objetivos principais, que segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2006), são:

a) maximizar o valor do portfólio;

b) balancear a escolha de projetos;

c) garantir o alinhamento entre o portfólio de projetos e a estratégia organizacional;

d) assegurar o número correto de projetos para os recursos disponíveis.

Entretanto, não existe um modelo perfeito que cubra os critérios certos a serem utilizados por todo e qualquer tipo de organização na priorização e seleção de projetos. A determinação de quais critérios serão utilizados tem como base os valores e as preferências do tomador de decisão.

Para a seleção e priorização de projetos, as organizações devem adotar metodologias e ferramentas que permitam a avaliação de forma mais objetiva, padronizada e parametrizada (LEVINE, 2007; SOUZA, 2008; WEI; CHENG, 2020). A priorização deve considerar projetos que apresentam mais alinhamento com as estratégias de negócios das organizações.

A partir do apresentado é importante as empresas identificarem ferramentas que podem auxiliar na seleção de projetos.

2.2. SELEÇÃO DE PROJETOS ALINHADO À ESTRATÉGIA DA EMPRESA

O uso da TI (Tecnologia da Informação) já não é mais visto como ferramenta de auxílio para a estratégia da empresa porque passa a ser parte integrante e indispensável na definição de diretrizes e estratégias de alta competividade empresarial. A necessidade de alinhar objetivos e estratégias da organização à execução dos portfólios, programas e projetos não é uma tarefa trivial. Muitas vezes, os projetos de TI são entregues com tecnologia revolucionária, no entanto, não tem aderência plena às necessidades do negócio (YOSHIKUNI; ALBERTIN, 2018).

Essas organizações, mais do que melhoria de seus processos de negócio, buscam estar aptas para melhores desempenhos no futuro, no qual apenas os esforços relacionados à melhoria contínua não trarão os resultados esperados e nem serão suficientes para alcançar a seus objetivos estratégicos (SEDRANI, 2004; WEI; CHENG, 2020).

A falta de critérios e definição de prioridades das iniciativas estratégicas pode acarretar a perda de foco estratégico e a consequente diluição de recursos entre um número excessivo de projetos, que dificultarão a implantação da estratégia na organização. Diante desse cenário é preciso definir uma estrutura organizacional, com regras e responsabilidades, para que o gerenciamento de portfólio de projetos possa ser mensurado e suas inter-relações determinadas (KENDALL; ROLLINS, 2003; PATANAKUL, 2020).

As várias iniciativas estratégicas devem ser acompanhadas num portfolio único e não de forma independente por cada gerente de projeto, a fim de que o gerenciamento de portfólio de projetos traga o benefício de um processo de gestão integrado e introduzir as melhores práticas e lições aprendidas, além de possibilitar um melhor alinhamento aos objetivos estratégicos da organização (KALLAS et al., 2005).

2.3. METODOLOGIA SEIS SIGMA

Diante do dinamismo do mundo dos negócios, as organizações buscam cada vez mais projetos que possibilitem alcançar seus objetivos, crescendo de forma exponencial a quantidade e complexidade desses projetos, surgindo então o conceito de Gerenciamento de Portfólio de Projetos. Tal conceito proporciona um conjunto de ferramentas para assegurar que uma coleção de projetos possa ser avaliada visando a priorização na alocação de recursos, ao alcance de um portfólio de projetos alinhado às estratégias organizacionais (PMI, 2017).

Difundido pela Motorola no final da década de 80, o Seis Sigma tinha como propósito ser uma iniciativa voltada para o controle da qualidade total, com ênfase na satisfação dos clientes e na eliminação de erros e falhas nos processos produtivos. O Seis Sigma traz benefícios sobre aumento da eficiência dos processos de produção; redução dos custos associados com inspeção, retrabalho, insatisfação dos clientes e desperdício; foco em processos; melhoria contínua; foco no cliente; mudança de cultura; redução drástica da variação; e comprometimento (SULLIVAN, 1984; GOH; XIE, 2004; REQUEIJO; ABREU; CALADO, 2017).

Buscando congregar elementos-chave para uma visão mais completa de Seis Sigma, Santos (2006) propôs que o Seis Sigma é uma abordagem que impulsiona a melhoria do desempenho do negócio e a valorização da satisfação dos clientes, por meio do enfoque estratégico de gerenciamento; da aplicação do pensamento estratégico em todos os níveis de atividades; do uso de indicadores de desempenho; da utilização de uma metodologia sistematizada que integre técnicas variadas para avaliar e otimizar processos; e da aprendizagem decorrente da capacitação e comprometimento das pessoas.

O Seis Sigma, segundo Arumugam e Linderman (2020), se trata de um método organizado e sistemático para melhoria dos processos e do desenvolvimento de produtos e serviços, baseado em técnicas estatísticas e científicas, com o objetivo de reduzir defeitos definidos pelos clientes. Diante desse conceito entende-se que o processo de seleção de projetos Seis Sigma deve ter como premissa projetos que agregam valor ao negócio.

Segundo Fernandes *et al*. (2019), a metodologia Seis Sigma estabelece algumas diretivas para a seleção de projetos conforme abaixo:

- ✓ Seleção de projetos quanto aos resultados potenciais:
  - Foco no cliente;
  - Ligação com a estratégia do negócio;
  - Retorno financeiro.
- ✓ Seleção de projetos quanto ao problema a ser resolvido:
  - Problemas estruturais de causas desconhecidas;
  - Proporcionalidade com os recursos disponíveis;
  - Potencial de término em curto período de tempo;
  - Problemas mensuráveis.

Assim, toda empresa deve possuir sua estratégia gerencial e as ações a serem realizadas por cada um dos membros da organização, de alguma forma, devem convergir com a estratégia do negócio.

Um dos principais cuidados a serem tomados quanto à seleção de projetos Seis Sigma é a garantia de que o trabalho a ser desenvolvido esteja ligado às necessidades do cliente, seja ele interno ou externo. A razão principal de qualquer projeto Seis Sigma a ser executado deve ser a satisfação do cliente (GOH; XIE, 2004; REQUEIJO; ABREU; CALADO, 2017).

Sob outra ótica, a natureza dos problemas a serem abordados com a metodologia Seis Sigma, segundo Fernandes (2012), apresentam duas classificações que seriam os Problemas Estruturais aqueles comuns decorrentes da variação de processo, também chamados de problemas crônicos e, Problemas Pontuais caracterizados por desvios devido a causas especiais de variação de processos, também chamados de problemas esporádicos.

Dentre alguns pressupostos para a seleção adequada de projetos Seis Sigma, segundo Condé e Martens (2020), é importante se avaliar todos os recursos necessários para a condução do projeto e a quantidade deles.

Carvalho (2002) aponta as seguintes questões a serem respondidas à seleção de um projeto Seis Sigma, quanto a este critério:

- O projeto tem apoio e recursos adequados proporcionados pelas partes interessadas?
- os recursos são suficientes para concluir com sucesso o projeto?
- existem muitas áreas envolvidas no projeto?
- os “donos” dos processos envolvidos participam do projeto?

Uma vez que os projetos Seis Sigma devem estar alinhados com as prioridades do negócio, a obtenção dos resultados deve ser mensurada tão logo quanto possível.

Existe, portanto, um grande interesse em projetos que apresentem potencial de término em curto período de tempo, pois os benefícios aos processos da organização serão desfrutados mais cedo garantindo que a melhoria será claramente sentida pelo cliente e as variáveis de resposta, ou seja, as melhorias serão facilmente mensuráveis.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Visando coletar dados e alcançar os objetivos da pesquisa, lançou-se mão da pesquisa-ação, baseada em pressupostos de qualidade propostos por Silva et al. (2019), e concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com uma resolução de um problema coletivo no qual, pesquisadores e participantes, representativos da situação ou do problema, estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2004).

Segundo Bryman (1989), para realizar a pesquisa ação, o investigador é membro atuante no meio em que o trabalho tem siso desenvolvido, o que a diferencia do método de estudo de caso. Normalmente são problemas reconhecidos tanto pelo pesquisador quanto pela organização na qual ele atua. O autor do trabalho fornece informação à organização para a tomada de ações e observa o impacto da implementação à solução do problema em análise. Ainda o mesmo autor afirma que as principais ferramentas utilizadas para coleta de dados são:

- Observação participante: técnica que envolve a participação do pesquisador observando o contexto organizacional particular;
- Observação participante com entrevista informal: permitindo ao entrevistado considerável liberdade no que será relatado;
- Fontes de dados de arquivos: onde o pesquisador utiliza materiais e evidencias existentes para a realização de análise. Esta categoria inclui documentos históricos, registros atuais e estatísticas existentes.

Na realização do trabalho o pesquisador esteve presente todo o tempo fornecendo as diretivas ao processo de seleção de projetos Seis Sigma e observando diretamente o impacto de tais informações no desenvolvimento de tais projetos utilizando, portanto, esta técnica de coleta de dados.

Após o estudo preliminar de pesquisa bibliográfica, a segunda etapa foi iniciada com a análise do cenário existente em um departamento da empresa e, com isso, foi elaborado um protocolo de seleção e priorização dos projetos. Na terceira etapa do trabalho foram obtidos os resultados utilizando o protocolo e os projetos foram selecionados e priorizados com foco no cliente. Outro resultado bastante relevante foi a disseminação do conceito Seis Sigma para a avaliação das demandas de projeto.

O processo de seleção de todos os projetos Seis Sigma bem como as reuniões de desenvolvimento destes projetos ocorreu com a participação do pesquisador, que utilizou as ferramentas descritas acima para coleta e análise de dados relevantes, tendo como resultado critérios para selecionar e priorizar os projetos além da disseminação do conceito Seis sigma na área de negócios. Assim, apresentamos a seguir a aplicação de tal metodologia ao objeto de estudo definido.

4. DESCRIÇÃO DO CASO

O objeto de estudo trata-se da gestão de portfólio de projetos do Departamento de Controladoria de uma Holding que centraliza o controle uma rede de distribuição de mercadorias no Brasil composta atualmente por 83 empresas.

No ano de 2019 o portifólio de projetos era composto por 20 projetos diversificados que tinham como diretivas melhoria em processo e inovação. Sem a existência de critérios para nortear a seleção e priorização das demandas alguns problemas ocorreram como falta de recurso disponível impactando que projetos fossem iniciados e apenas 7 foram concluídos.

Em março de 2020 os projetos de TI somavam 75 demandas das quais 36 eram da área de negócios Controladoria representando um aumento considerável para a área de TI que tem recursos limitados. Diante do cenário foi necessário utilizar critérios para a seleção e priorizados dos projetos que seriam desenvolvidos pela TI.

5. RESULTADOS

Após a implantação da metodologia Six Sigma foi possível observar alguns pontos de melhoria no processo de seleção de projetos da área de TI. Dentre os principais resultados práticos para a organização destacam-se:

- A formalização do processo de seleção de projetos com base na Seis Sigma;
- A observância da utilização de critérios não financeiros aliados com a estratégia do negócio, como sendo pontos relevantes para a seleção dos projetos de software;
- A disseminação do conceito Seis Sigma e sua utilização por parte da controladoria organizacional como ferramenta para avaliar toda demanda de projeto.

Apoiando-se nas diretivas apontadas por Fernandes *et al*. (2019) para seleção de projetos utilizando a metodologia Seis Sigma foi possível constatar as áreas de análise a serem utilizadas para classificação dos projetos:

- Foco no cliente: Demandas classificadas analisando a necessidade do cliente interno, o próprio departamento e clientes externos, outros departamentos;
- Ligação com a estratégia do negócio: Foi possível observar que as demandas relacionadas direta ou indiretamente a estratégia do negócio tiveram atribuição de peso maior;
- Retorno financeiro: Os projetos por serem de um departamento que atua no controle interno o ganho financeiro não é percebido de forma direta;
- Problemas estruturais de causas desconhecidas: Dentre as demandas de projetos analisadas problemas estruturais apenas existia um e foi direcionado para a área de suporte de TI deixando de fazer parte do portfólio de projetos;
- Proporcionalidade com os recursos disponíveis: Os projetos avaliados apresentaram o escopo reduzido e adequada proporcionalidade com os recursos humanos e financeiros disponíveis;
- Potencial de término em curto período de tempo: As demandas de projetos de problemas ou melhorias foram classificadas de acordo com o potencial de término em menos de seis meses;

- Problemas mensuráveis: Indicando-se quais problemas ou pontos de resolução seriam atingidos a partir da conclusão do projeto.

Apesar de ser apenas um departamento e ter um patrocinador existiam vários demandantes que concorriam entre si pela priorização do atendimento junto a área de TI que, por sua vez possuía recursos limitados. Em um momento seguinte à apresentação da lista de projetos as demandas foram categorizadas em relação a sua complexidade apenas, sem a utilização de critérios de avaliação, onde a quantidade de projetos de alta complexidade representavam 14 iniciativas, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Demandas de Projeto em 28/01/2020

Número de projetos	Complexidade
14	Alta
10	Média
12	Baixa

Fonte: Dados da pesquisa.

Após a primeira avaliação, foi utilizado o protocolo Matriz de Referência classificando as demandas de projetos atribuindo peso de acordo com o nível (Alto, Médio e Baixo) onde cada diretiva da seleção dos projetos seria pontuada de acordo com a oportunidade de melhoria. Para a classificação "Baixo", o valor associado é 0, para a classificação "Médio", o valor associado é "0,5", e para a classificação "Alto", o valor associado é"1,00".

A pontuação atribuída a cada projeto e a cada critério de seleção foi realizada a partir de uma interação entre o patrocinador, a direção organizacional e a equipe responsável pela execução do projeto, de forma que o escore de cada projeto pudesse refletir as várias visões organizacionais e não apresentasse viés. Assim, foi possível pontuar todas as oportunidades de melhoria e o valor final para cada um dos projetos potenciais se deu a partir da soma dos pesos das diretivas. A tabela 2 exibe um recorte dos projetos com maiores pesos finais.

Tabela 2: Matriz de Referência – Critérios para seleção de projetos com Seis Sigma

Projeto	Foco no Cliente	Ligação com a Estratégia do Negócio	Resultado Financeiro	Problemas Estruturais e Causas desconhecidas	Recursos Disponíveis	Tempo de Finalização do projeto	Problemas Mensuráveis	Peso
PROJ_031	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	6,00
PROJ_030	0,50	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,50
PROJ_001	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	5,00
PROJ_033	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	5,00
PROJ_032	0,50	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	4,50

Fonte: Dados da pesquisa.

Com a pontuação apresentada na tabela 2, pode-se perceber que o projeto PROJ_031 é aquele que apresenta maior potencial de alinhamento estratégico, o que o colocaria na primeira posição para ser executado. Em seguida, outros projetos, como o PROJ_030, que obteve escore geral de 5,50. Finalmente, seguem-se outros projetos com resultados globais inferiores como PROJ_001 e PROJ_033.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração da Matriz de Referência no caso estudado possibilitou observar a importância de gerenciar a carteira de projetos onde foi utilizada a metodologia Seis Sigmas. Segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2006), as empresas que possuem um processo sistemático para gestão de portfólio claramente possuem resultados superiores.

Assim, realizou-se, então, um trabalho voltado ao processo classificação, seleção e priorização de projetos Seis Sigma utilizando critérios não financeiros aliados com a estratégia do negócio. Como o Seis Sigma é utilizado para solução de problemas estruturais através da execução de projetos de melhoria. Tal atividade teve como resultado a indicação de sete diretivas à seleção de projetos Seis Sigma: foco no cliente, ligação com a estratégia do negócio, retorno financeiro, problema estrutural de causas desconhecidas, proporcionalidade com os recursos disponíveis, potencial de término em curto período de tempo e problemas mensuráveis. Sendo as três primeiras diretivas associadas aos resultados potenciais dos projetos e as demais à natureza do problema a ser abordado.

Este estudo reafirma importância do Seis Sigma para a priorização e seleção de projetos que devem ser diretamente relacionados aos objetivos da empresa, de modo que a estratégia do negócio possa ser utilizada para a definição das ações individuais de cada departamento.

É importante frisar que o presente trabalho foi realizado em uma organização específica e com os projetos demandados por um departamento dessa organização. Assim, indicam-se maiores estudos em diferentes setores da economia e também utilizando-se de diferentes métodos para a coleta de dados qualitativos e quantitativos, visando adensar o conhecimento na área.

REFERÊNCIAS

[1] ALBERTIN, A. Valor Estratégico dos Projetos de Tecnologia de Informação. RAE-Revista de Administração de Empresas. Vol. 41, n.3, 2021.

[2] ANTONY, J. et al. Application of Six Sigma DMAIC methodology in a transactional environment. International Journal of Quality & Reliability Management, v.29, n.1, p.31-53, 2012

[3] ARUMUGAM, V.; LINDERMAN, Kevin. Six Sigma and operational absorptive capacity: the role of project leader. Total Quality Management & Business Excellence, p. 1-20, 2020.

[4] CARVALHO, M. M. DE; RABECHINI JR., R. Fundamentos em Gestão de Projetos: construindo competências para gerenciar projetos. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

[5] CHIANG, I. Robert; NUNEZ, Manuel A. Strategic alignment and value maximization for IT project portfolios. Information Technology and Management, v. 14, n. 2, p. 143-157, 2013.

[6] CONDÉ, Giovanni Cláudio Pinto; MARTENS, Mauro Luiz. Six sigma project generation and selection: literature review and feature based method proposition. Production Planning & Control, v. 31, n. 16, p. 1303-1312, 2020.

[7] COOPER, Robert G.; EDGETT, Scott J.; KLEINSCHMIDT, Elko J. Portfolio Management for New Product Development. Stage-Gate Inc. and Product Development Institute Inc, 2006.

[8] FERNANDES, M. M.; TURRIONI, J. B. Seleção de projetos Seis Sigma: aplicação em uma indústria do setor automobilístico, 2007

[9] FERNANDES, Marcelo Machado et al. 18 steps to six sigma project success. Quality Progress, v. 52, n. 2, p. 16-23, 2019.

[10] FERNANDES, Marcelo Machado. Análise do processo de gestão de portfólio de projetos seis sigma em indústrias brasileiras do setor automotivo. Tese de Doutorado. UNESP, 2012.

[11] GOH, T.; XIE, M. Improving on the six sigma paradigm. The TQM Magazine, v. 16, n. 4, p. 235-240, 2004.

[12] KALLAS, DAVID et al. Gestão da estratégia: experiências e lições de empresas brasileiras. Gulf Professional Publishing, 2005.

[13] KENDALL, G.I.; ROLLINS, S.C. Advanced Project Portfolio Management and the PMO. J. Ross Publishing, 2003

[14] KUMAR, M.; ANTONY, J.; CHO, B. R. Project selection and its impact on the successful deployment of Six Sigma. Business Process Management Journal, v.15, n.5, p.669-686, 2009.

[15] PATANAKUL, Peerasit. How to Achieve Effectiveness in Project Portfolio Management. IEEE Transactions on Engineering Management, 2020.

[16] PMI. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK. 6a. Ed – EUA: Project Management Institute, 2017

[17] REQUEIJO, José; ABREU, António; CALADO, João Manuel Ferreira. Vantagens da aplicação da filosofia six sigma business scorecard em projectos de manutenção. In: 13.º Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica. Federação Ibero-americana de Engenharia Mecânica, 2017. p. 1-9.

[18] ROOS, Cristiano. Modelo para Seleção de Projetos Seis Sigma. Tese de Doutorado. UFSC, 2014.

[19] SANTOS, A. B. Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade Seis Sigma: proposta e avaliação. São Carlos, 2006. 312 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

[20] SEDRANI, L.G. Alinhando a gestão operacional à gestão estratégica da sua organização. FGV, 2004

[21] SILVA, Humberto Caetano Cardoso et al. Quality Criteria in Conducting Action Research in Information Systems. European Journal of Scientific Research, v. 151, n. 3, pp 348-363, 2019.

[22] SILVA, Humberto Caetano Cardoso; ARAÚJO, Marcus Augusto Vasconcelos; DORNELAS, Jairo Simião. Determinantes da não utilização de frameworks de gestão e/ou governança de TI. Revista Gestão & Tecnologia, v. 18, n. 2, p. 274-299, 2018.

[23] SULLIVAN, L. P. Reducing variability: a new approach to quality. Quality Progress, v. 17, n. 7, p. 15-21, 1984.

[24] SUNDER M, Vijaya; KUNNATH, Nidhin R. Six Sigma to reduce claims processing errors in a healthcare payer firm. Production Planning & Control, v. 31, n. 6, p. 496-511, 2020.

[25] WEI, Chun-Chin; CHENG, Yung-Lung. Six Sigma project selection using fuzzy multiple attribute decision-making method. Total Quality Management & Business Excellence, v. 31, n. 11-12, p. 1266-1289, 2020.

[26] YOSHIKUNI, Adilson Carlos; ALBERTIN, Alberto Luiz. Effects of strategic information systems on competitive strategy and performance. International Journal of Productivity and Performance Management, 2018.

Capítulo 17

Análise dos fatores críticos de sucesso no processo de implantação do Programa 5S em uma organização pública na cidade de Canoas-RS

Bruna Borin
Jaqueline Terezinha Martins Corrêa Rodrigues

Resumo: Em um mundo cada vez mais globalizado, as organizações necessitam reinventarem-se constantemente para acompanhar as mudanças da sociedade e atender às demandas dos clientes. No setor público, não é diferente: a busca por melhorias deve ser continua. Para entregar à população, produtos e serviços de qualidade, o programa 5S é uma das principais ferramentas utilizadas para auxiliar nessa gestão. O baixo custo e a alta praticidade do programa permitem a aplicação em instituições públicas de diferentes áreas de atuação. O presente estudo tem como principal objetivo analisar os fatores críticos de sucesso durante o processo de implantação do programa 5S em um setor de suprimento de materiais diversos de uma organização pública da cidade de Canoas-RS. Ao longo de nove meses, foi utilizada a técnica de observação direta para vislumbrar os distintos aspectos que permearam a tentativa de implantação de uma metodologia para gestão da qualidade, os quais serão discutidos sob a ótica de quatro fatores críticos de sucesso: 1) liderança/comportamento dos gestores; 2) comprometimento/ envolvimento dos funcinários; 3) excelência de processos/padronização de procedimentos; e 4) foco no cliente/atendimento.

Palavras-Chave: Programa 5S; setor público; fatores críticos de sucesso.

1. INTRODUÇÃO

O Programa 5S destaca-se entre as ferramentas de gestão da qualidade pela sua praticidade e simplicidade de aplicação, bem como pela sua versatilidade, capaz de promover mudanças ambientais e pessoais nos mais distintos espaços. Em concordância, Borin e Rodrigues (2019, p. 2) citam que:

> Através de medidas simples, mas eficazes, a implantação do Programa 5S estimula transformações organizacionais e comportamentais. Esse padrão é bastante dinâmico e proporciona resultados imediatos e visíveis como um ambiente mais organizado, limpo e seguro.

A expressão "5S" refere-se a cinco palavras japonesas que resumem o Programa: *Seiri* (Senso de Utilização), *Seiton* (Senso de Ordenação ou Senso de Arrumação), *Seiso* (Senso de Limpeza ou Senso de Inspeção), *Seiketsu* (Senso de Saúde e Higiene ou Senso de Conservação) e *Shitsuke* (Senso de Autodisciplina) (OSADA, 1992).

Esse método desenvolveu-se após a Segunda Guerra Mundial a fim de melhorar os resultados de empresas e alavancar a economia do Japão. A ferramenta difundiu-se pelo mundo e é utilizada pelos três setores econômicos (primário, secundário e terciário), nas esferas públicas e privadas de muitos países. No Brasil, por se tratar de uma metodologia que não necessita investimentos financeiros significativos, é um dos principais artifícios utilizados na busca de melhorias nos serviços públicos, como explícito por Carpinetti (2011) e Araújo e França (2021).

Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é discutir os principais fatores responsáveis por uma implantação do Programa 5S bem-sucedida, a partir de um caso de insucesso em um departamento público de âmbito federal (composto por cinco seções), da área de suprimentos (recebimento, estoque e fornecimento de materiais diversos), da cidade de Canoas-RS, no período compreendido entre julho de 2020 e abril de 2021.

Ao longo dessa análise, pretende-se identificar quais os motivos levaram a esse resultado negativo, vislumbrando contribuições de ordem prática, teórica e metodológica para demais estudos, bem como inspirar a implementação do Programa 5S e de outras ferramentas da qualidade no setor público. Espera-se também corroborar com as novas gerações no enfrentamento dos novos desafios do século XXI, que englobam uma sociedade cada vez mais atenta e que preza e cobra a excelência, especialmente nos serviços públicos.

Para a concretização deste *paper*, realizou-se uma pesquisa etnográfica através da metodologia de observação direta. As pesquisadoras estiveram inseridas no ambiente aqui descrito, acompanhando, de perto, a ocorrência dos fatos e coletando informações sem interferir no *modus operandi* do local.

2. PROGRAMA 5S

Os 5S's são considerados a base para a qualidade total, conforme exposto por Tontini e Bezerra (2002). A implementação desse programa é uma das estratégias mais utilizadas para tornar o local de trabalho mais límpido e seguro, e desenvolver um clima propício a mudanças a partir da colaboração entre as pessoas e de iniciativas que previnam problemas.

Por ser uma metodologia de baixo custo, Araújo e França (2021) afirmam que o setor público configura-se como um ambiente para implantação do Programa 5S. A filosofia foca em uma mudança comportamental, visando não só melhorias nos processos da organização, mas também na qualidade de vida e satisfação dos colaboradores. O Quadro 1 apresenta uma breve descrição do propósito de cada um dos 5 sensos.

Quadro 1 - Objetivos de cada senso do Programa 5S

Senso de Utilidade ou Utilização	• Selecionar materiais (incluindo equipamentos e móveis) necessários e distribuir os sobressalentes (em condições de uso) para outros setores; • Retirar itens inservíveis e/ou obsoletos, providenciando o correto descarte; • Eliminar papéis e documentos desatualizados, atentando para a devida destinação; • Reduzir obstáculos e liberar espaço, principalmente para um deslocamento seguro.
Senso de Organização	• Identificar materiais e ferramentas, bem como os respectivos locais de guarda desses itens; • Realocar equipamentos e móveis visando a praticidade no dia a dia; • Redefinir a posição dos objetos de maneira adequada (*layout* funcional); e • Deixar os materiais e documentos mais utilizados mais acessíveis.
Senso de Limpeza	• Eliminar agentes poluentes e sujeiras; • Diminuir a exposição de produtos químicos e especiais e, gases; • Incluir na rotina de trabalho atividades de limpeza; e • Dirimir riscos de acidentes.
Senso de Saúde e Higiene	• Desenvolver hábitos individuais e coletivos saudáveis; • Destinar tempo para práticas mentais e físicas salutares; • Adaptar espaços e ferramental prezando pela ergonomia; e • Enfatizar o uso de equipamentos de proteção e segurança.
Senso de Autodisciplina	• Demonstrar a importância da disciplina consciente; • Promover a mentalidade de melhoria continua e evolução permanente; • Condicionar o pensamento dos indivíduos para o bem-estar próprio e dos que o cercam; • Efetuar de modo automático ações que contribuam com a melhoria das condições do ambiente de trabalho.

Fonte: Adaptado de Borin e Rodrigues (2019).

2.1. FASES DO PROGRAMA 5S

As etapas que permeiam a consubstanciação do Programa 5S, propostas pela maioria dos autores, como Canto, Santos e Gohr (2006, *apud* CORREIA *et al*., 2010), são: preparação, implantação e manutenção. Entretanto, há autores que complementam e/ou subdividem essas fases em mais partes. As adaptações são feitas de acordo com cada realidade de modo que o programa seja implantado conforme as especificidades de cada conjuntura, atendendo às demandas do contexto institucional.

A fase de preparação envolve ávido estudo do tema, formação do comitê de implantação e observação atenta da rotina atual (para indentificar os pontos fracos e as possibilidades de melhorias) por todos os participantes do processo. Nessa etapa, é mister que os conceitos sejam bem compreendidos e que haja um alinhamento entre os níveis operacional, gerencial e estratégico sobre os objetivos a serem atingidos.

A implantação é o momento prático, de aplicar o que foi idealizado. Nesse momento, desenvolve-se cada um dos cinco sensos com base em um planejamento com ações definidas, prazos estabelecidos e responsabilidades divididas. Todos os detalhes devem ser compartilhados, é preciso que as atribuições de cada setor e/ou pessoa fiquem bem claras para evitar equívocos.

Por fim, todo o processo de implantação do Programa 5S requer uma fase de manutenção como forma de garantir que as práticas efetivadas não irão regredir. Desse modo, preservam-se as ações de melhorias desenvolvidas, através do princípio da continuidade, que também é determinante para o êxito do Programa 5S, como descrito por Peinado e Graeml (2007, p. 557):

> A melhoria contínua é baseada em um conceito japonês denominado Kaizen que consiste no ponto principal da filosofia da qualidade total, qual seja, a ideia de busca contínua de melhorias em tudo o que é feito em uma organização. Significa melhoria gradual e contínua de todos os produtos e serviços, descobrindo no dia a dia a forma de tornar os processos cada vez mais eficientes, mais econômicos e mais confiáveis. Este conceito envolve o desenvolvimento de uma cultura de aperfeiçoamento constante em todas as atividades da empresa.

De acordo com Faria, Freitas e Suzuki (2009) e Carpinetti (2011), na fase de manutenção, é imprescindível a formação de uma equipe de auditores que seja responsável pela avaliação e divulgação dos resultados obtidos, bem como que proponha novas ações de melhoria para os pontos fracos, estabelecendo um ciclo virtuoso de melhoria. Sobre a importância dessa etapa, Osada (1992, p. 203) ratifica:

> Não pode haver retrocesso. O sucesso precisa ser consolidado e as conquistas alcançadas devem ser recompensadas a cada estágio. Ao mesmo tempo, as pessoas precisam compreender que é preciso um esforço adicional para manter o sucesso. Uma limpeza geral não é o suficiente. É preciso manter o ambiente de trabalho arrumado todos os dias da semana, todas as semanas do ano.

2.2. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO DO PROGRAMA 5S

Há muitos fatores que influenciam diretamente o bom andamento do Programa 5S, conforme levantamento feito por Araújo e França (2021), e cada um torna-se mais ou menos importante de acordo com as peculiaridades de cada local. Aqui, todavia, serão elencados os quatro principais elementos que integram todos os programas de qualidade total bem-sucedidos, inclusive e principalmente o 5S, expressos por Correia *et al*. (2009): 1) Liderança; 2) Comprometimento/envolvimento dos funcionários, 3) Excelência de produtos/processos; e 4) Foco no cliente.

Para Carpinetti (2011), o engajamento dos colaboradores está intimamente relacionado com a capacidade de liderança dos gestores. Dessa maneira, é fundamental que os chefes também sejam líderes, participando do processo e incentivando as pessoas a contribuírem da melhor maneira possível e de boa vontade, ao invés de aproveitarem-se do cargo para impor ideias e/ou autopromoverem-se, por exemplo.

Ainda, Capinetti (2011, p. 43) destaca algumas habilidades inerentes a um bom líder ao afirmar que "o líder compartilha sua visão de organização, delega autoridade e responsabilidade, avalia e desenvolve pessoas, administra discussões e resistências". Nesse ínterim, Osada (1992, p. 188) endossa o assunto ressaltando que:

> O pessoal da alta gerência tem que participar em todos os níveis e liderar os esforços em cada nível. Precisa conversar sobre o que deseja, para criar uma visão dos 5S's que possa ter a adesão de todos. Promover reuniões uma ou duas vezes por mês, para acompanhar e identificar os tipos de apoio necessário para alcançar os objetivos prioritários, é uma boa ideia.

É preciso garantir que todos os membros da instituição trabalhem em sinergia, empregando seu talento em busca da máxima eficiência e eficácia nos processos e, consequentemente, obtenção de melhorias nos resultados. É muito comum, sobretudo em órgãos públicos, a subestimação das capacidades dos indivíduos, para isso, ratifica-se o papel fundamental e norteador daqueles que tem o poder decisório:

> É importante que a alta gerência assuma a liderança e que todos participem das atividades de 5S's. A atitude da gerência é essencial. Se ela não levar a sério as atividades dos 5S's, ninguém mais levará. Mas, se a gerência estiver empenhada e for bem-sucedida, essa atitude influenciará as outras pessoas, e toda a empresa estará melhor preparada. A gerência dá o tom e, em grande parte, determina o sucesso ou o fracasso da campanha (OSADA,1992, p. 202).

Em relação ao envolvimento dos funcionários, Stanzani *et al.* (2009) acreditam que o trabalho em grupo com a participação efetiva de todos os envolvidos e diálogo amplo e franco - boa comunicação interna - os torna responsáveis e comprometidos com a melhoria do seu ambiente de trabalho. Além disso, Fagundes *et al.* (2009) manifesta que motivação, entendimento e perseverança são essenciais para a implantação bem-sucedida do Programa 5S.

No que tange ao foco no cliente, a própria norma técnica NBR ISO 9001 institui como último quesito - mas não menos importante - da seção dez, para a certificação de empresas, que: "a organização deve determinar e selecionar oportunidades para a melhoria e implementar quaisquer ações necessárias para atender a requisitos do cliente" (ABNT, 2015).

3. METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma pesquisa etnográfica, no qual o pesquisador frequenta o local onde ocorrem as atividades, ficando em contato direto com a realidade de maneira natural, como definido por Lakatos e Marconi (2003).

A construção deste artigo pautou-se na abordagem qualitativa, de caráter exploratório e descritivo. Para a interpretação do contexto pesquisado, foi escolhido o método de observação direta, que "é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar" (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 190). Para as mesmas autoras, ainda:

> A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento. Desempenha papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade. É o ponto de partida da investigação social (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 191).

Essa metodologia foi sistematizada em duas etapas: 1) a confecção de um guia com os principais tópicos a serem visualizados durante o processo de implantação do Programa 5S (mais especificamente nas duas primeiras fases, preparação e implantação), baseados em quatro fatores críticos de sucesso responsáveis pela maioria das situações que se evidenciam na execução desse tipo de projeto; e 2) a observação, propriamente dita, analisando o comportamento dos envolvidos em um processo de implantação do Programa 5S em uma instituição pública à luz dos fatores críticos de sucesso pré-determinados.

A busca de conhecimento teórico e aprofundamento no tema ocorreram de março a junho de 2020 e, ao longo dos nove meses seguintes, foram realizados registros constantes acerca das condutas observadas no departamento público federal, composto por cinco seções, que atua na área de suprimentos, na cidade de Canoas-RS. Não foram utilizados mediadores complementares, como questionários e entrevistas.

Prezou-se por evidenciar dados e fatos sem qualquer interferência no processo, evitando direcionamento de ações e/ou inibição dos pesquisados. Foram captados os acontecimentos no momento em que os mesmos foram produzidos e apontados tal como se efetivaram. A proximidade dos participantes possibilitou compreender a perspectiva dos envolvidos, favorecendo o relato fidedigno do cenário e das ideias dos indivíduos, os quais não tiveram influências nem julgamentos sobre seus pensamentos e posturas adotadas (atos e omissões) frente a diferentes ocasiões.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante o processo de implantação do Programa 5S, no departamento em estudo, uma série de falhas comprometeram os resultados finais, impedindo que fossem considerados satisfatórios. A ausência de estratégias eficientes nas primeiras etapas - preparação e desenvolvimento - refletiu a inexistência da terceira fase, a de manutenção. Nesse período, os principais aspectos limitantes observados podem ser compreendidos a partir da ineficiência de quatro fatores críticos de sucesso, descritos na sequência deste trabalho.

4.1. LIDERANÇA/COMPORTAMENTO DOS GESTORES

A chefia do departamento delegou a missão de desenvolver o Programa 5S no local a uma funcionária, que possuía conhecimento sobre o assunto e histórico de participação ativa em uma implantação bem-sucedida em outro espaço, chamada aqui de "facilitadora". Entretanto, a chefia não deu o respaldo necessário para que o projeto se concretizasse com efetividade, eximindo-se de suas responsabilidades na aplicação de uma ferramenta que exige atuação coletiva.

A facilitadora do 5S solicitou aos gestores a criação de um comitê de implantação - sugerindo que o grupo fosse formado por, pelo menos, um indivíduo de cada uma das cinco seções envolvidas -, mas não obteve êxito. Outro pleito que foi ignorado pela chefia foi o de encaminhar uma ficha de verificação para os setores envolvidos responderem, a fim de obter um diagnóstico inicial para servir como referência de comparação, um parâmetro para mensurar os resultados obtidos. A anamnese (*checklist* com 23 itens a serem avaliados em cada um dos cinco sensos), que não foi aplicada nessa ocasião, foi desenvolvida na própria instituição, durante a implementação do Programa 5S em outro departamento, dois anos antes.

A reunião inicial para a apresentação do Programa 5S - e uma proposta de cronograma para a sua efetivação - teve a participação de apenas um terço do efetivo total e houveram setores que não enviaram nenhum representante. Embora alguns estivessem fora (em férias, em viagem a serviço e em curso fora de sede), a administração não envidou esforços para mobilizar e incentivar a participação maciça dos que estavam no expediente, mesmo o evento estando programado, sendo avisado com antecedência e relembrado quase diariamente ao longo de duas semanas. A principal justificativa para o baixo quórum foi a existência de demandas de caráter urgente a serem resolvidas e a necessidade de continuidade na execução de serviços que, segundo os funcionários, não podiam ser interrompidos sequer por alguns minutos. Também não foi solicitado que essa reunião ocorresse em um momento mais oportuno, em outra data e horário convenientes para a assimilação dessas ideias.

Após esse momento introdutório, de familiarização com os conceitos básicos que permeiam a filosofia 5S, não foram viabilizados pela chefia outros momentos para que o conhecimento acerca do tema pudesse ser aprofundado, tampouco as informações foram transmitidas de maneira integral aos ausentes. Apesar dos tantos meios de informação e redes de comunicação disponíveis atualmente, o repasse ficou apenas no "boca a boca" e a mercê do entendimento e interpretação dos poucos indivíduos que receberam a mensagem inicial.

A condição supracitada contradiz o que concita a produção científica da área no que tange à (carência de) comunicação e conduta dos chefes. Totini e Bezerra (2002) defendem que os fatores de sucesso do Programa 5S estão alicerçados no comprometimento da administração, afirmando que, se esta base não estiver sólida o suficiente, os demais pilares serão ineficazes.

A falta de cooperação dos gerentes e a ausência de uma liderança positiva, isenta de responsabilidades desde o início do projeto, é um prelúdio para o fracasso da missão e dificuldade de perpetuação da metodologia. Isso também deve ser motivo de preocupação para aqueles que desejam assumir altos postos no sistema público e, paulatinamente, preparam-se para essa hora.

4.2. COMPROMETIMENTO/ENVOLVIMENTO DOS FUNCIONÁRIOS

Conforme Tontini e Bezerra (2002, p. 60) "o programa 5S deve ter o apoio e liderança da alta administração, mas também deve ser montado um planejamento que promova o envolvimento, participação e comprometimento de todos os funcionários". Nesse contexto, é imprescindível o empenho de todo o efetivo - do mais moderno ao mais antigo na instituição, do baixo escalão ao maior cargo - para desenvolver com excelência as presmissas dos cinco sensos, sendo inconcebível a ideia de que apenas um ou alguns indivíduos sejam encarregados por realizarem as transformações em todo o cenário delimitado.

A resistência de grande parte das pessoas em sair da "zona de conforto" impediu que as mesmas desfrutassem das vantagens proporcionadas por um ambiente limpo, organizado e seguro. A concepção insipiente em relação ao Programa 5S dificultou a melhoria das condições do local de trabalho e comprometeu a melhoria da qualidade de vida dos envolvidos. A maioria dos participantes associou a ferramenta da qualidade de forma pejorativa, recusando-se a executar tarefas simples.

A retirada de lixo, por exemplo, é uma das ações que são procrastinadas por semanas - como não há servidores específicos para realização da limpeza nem empresa terceirizada contratada, a sanitização e higienização ficam a cargo dos próprios funcionários que ocupam os setores. Mesmo quando haviam resíduos orgânicos, tais como cascas de bananas, restos de maçãs, pó de café, erva mate, entre outros, não havia preocupação em retirar os descartes enquanto a lixeira não estivesse completamente cheia. Isso demonstra que as pessoas estão acostumadas a trabalharem em um espaço sujo e inóspito, extremamente insalubre e atrativo para insetos, aves, roedores, entre outros animais que podem ser, inclusive, transmissores de doença. Ou seja, a indolência frente a uma atividade banal pode comprometer a saúde coletiva.

Outro óbice foi reduzir essa metodologia à "faxina" ou relacioná-la apenas a um *Clean Day* (o que nem chegou a ser realizado), subestimando a capacidade do Programa 5S e ignorando os benefícios que este oferece quando praticado com seriedade. Somado a isso, a falta de sentimento de pertencimento e reconhecimento do espaço público como sendo de sua responsabilidade reflete no péssimo estado de conservação da infraestrutura pública.

A culpabilização do "sistema" pelos desajustes também é frequente e acompanhada da repetição de argumentos como falta de tempo dos servidores para executar atividades "extras" (referentes ao Programa 5S), falta de investimento do governo federal para reformas e consertos e falta de recursos para aquisição de mobiliário novo.

O tratamento depreciativo dado ao Programa 5S, juntamente com o fato de os servidores públicos designarem a terceiros a competência de ação, demonstra a complexidade na promoção de mudanças nessa cultura organizacional caracterizada pela falta de engajamento dos funcionários. Ao mesmo tempo, essa circunstância deve servir de estímulo aos mais jovens, que esperam ascender em carreiras públicas, para que busquem alternativas de reversão no conjunto de valores, crenças e ações que estão impregnados em muitos espaços públicos.

4.3. EXCELÊNCIA DE PROCESSOS/PADRONIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS

Os cinco setores do departamento em estudo possuem suas atribuições estabelecidas em legislações e regulamentos, entretanto, não têm um planejamento detalhado para o cumprimento dessas incumbências. As tarefas são efetuadas de forma aleatória, sem uma sistematização concreta e com equívocos de prioridade.

Os mapeamentos de processos preconizados são, via de regra, amplos e, a maioria, não indica um fluxo harmônico, não apresenta uma sequência lógica de atividades. Além de dificultar a execução pelos próprios trabalhadores, não é de fácil compreensão para um funcionário recém-chegado ou para alguém de fora que queira entender o funcionamento do setor, por exemplo.

A falta de clareza no que está escrito gera incertezas e dúvidas quanto ao que deve ser feito e de que maneira, e, por consequência, frequentemente, são repassadas para os superiores hierárquicos situações que poderiam ser resolvidas sem a necessidade de intervenção dos chefes, gerando uma sobrecarga de trabalho nos gestores.

No local de investigação, há um descontrole no processo de solicitação de materiais de expediente (de

escritório, limpeza e higiene), cuja relação enviada ao almoxarifado é a mesma todos os meses. Sem conferir o que realmente precisa e o que já existe em estoque, os responsáveis por esse procedimento apenas reproduzem o pedido anterior. O resultado disso é um acúmulo de certos materiais em detrimento de outros que estão faltantes e não são requisitados.

Outrossim, o tratamento despendido à documentação também é precário. Documentos importantes não são guardados corretamente - não são separados por categorias nem colocados em ordem numérica - e, nas vésperas de serem encaminhados para a prestação de contas, não são encontrados. Mensalmente, vários documentos "perdidos" geram uma carga de trabalho completamente desnecessária, caso houvesse a conferência, segregação e armazenamento tão logo os oficios adentrassem no departameto.

Durante a realização de inventários, foram observadas muitas discrepâncias entre as quantidades constantes no estoque físico e as disponíveis no sistema virtual, demonstrando uma imprecisão no procedimento de registro de entrada e saída dos materiais. Para eliminar essa inconformidade, é fundamental que seja programado e, sobretudo, executado um processo rigoroso de monitoramento dos itens - desde o recebimento até o fornecimento.

Apesar das diversas benesses vastamente comprovadas da incorporação do Programa 5S ao cotidiano, com impactos positivos no âmbito empresarial e pessoal, no espaço público em questão, contudo, os funcionários insistem em relutar e desconsiderar a possibilidade de incluir as orientações do 5S na sua labuta diária. Os colaboradores precisam de um incentivo mais estruturado, que lhes motivem a tornar os processos mais ágeis, e introduzir uma rotina de limpeza e organização por meio da padronização de procedimentos.

Nesse ínterim, é imperiosa a utilização de critérios justos e fundamentados e padrões preestabelecidos para que os setores atinjam os propósitos da ferramenta (auxiliando uns aos outros). Cabe, então, aos futuros administradores desfazer essa visão deturpada que muitos servidores têm, inspirando seus subordinados a simpatizarem com ações voltadas à gestão da qualidade e prezarem por iniciativas que melhorem o ambiente de trabalho, tornando-o mais agradável.

4.4. FOCO NO CLIENTE/ATENDIMENTO

Os clientes, nesse caso, são os funcionários de outros setores da mesma organização, integrantes de oficinas que realizam serviços de manutenção em máquinas e equipamentos e dependem do fornecimento de materiais para executarem suas tarefas. A agilidade na entrega dos materiais pelo departamento de suprimentos impacta diretamente no serviço final prestado pelo órgão federal e a repartição em análise, não raramente, atrasa seus compromissos.

Cada uma das cinco seções trabalha isoladamente em prol de um objetivo que deveria ser o fim comum de todos e cumprido coletivamente. A falta de comunicação entre esses setores prejudica o atendimento aos clientes, reverberando no cumprimento de prazos e, por conseguinte, na operacionalidade da instituição, a qual serve diretamente à sociedade brasileira. Logo, as incongruências no interior do departamento afetam os serviços de outras seções (externas) e o cumprimento da missão da organização pública.

A tentativa de sanar uma mesma situação por várias pessoas ao mesmo tempo é uma atitude comum e extremamente contraproducente, cuja consequência é um enorme retrabalho e desperdício de tempo e mão de obra. Essa desorganização leva muitos trabalhadores a uma exaustão física e esgotamento mental ao final do expediente. Posto isso, delegar funções, delimitando a área de atuação de cada colaborador e gerir conflitos, evitando a sobreposição e duplicidade de resoluções de problemas com foco na satisfação do cliente, constitui mais uma das habilidades que as novas gerações precisam demonstrar para se adequarem ao mercado de trabalho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato do Programa 5S ser uma ferramenta de fácil aplicação, em virtude da proposição de tarefas simples e exequíveis, e de ser acessível economicamente, não se sustenta por si só, é preciso esforço para que os fundamentos sejam colocados em prática. A implantação dessa filosofia exige uma mudança de mentalidade de todos os membros da instituição para que, realmente, essa metodologia faça parte da cultura organizacional.

Não existe uma receita infalível para garantir o sucesso de uma ferramenta da qualidade, mas um conjunto de pensamentos e ações consistentes reproduzidos incessantemente dia após dia, possivelmente, levará ao progresso. A gestão da qualidade não é estanque e, independente das técnicas que forem utilizadas, sempre haverá algo que possa ser feito, aprimorado e otimizado.

No setor público, o crescente envolvimento da população brasileira na fiscalização da aplicação dos recursos públicos gera uma maior cobrança na transparência e qualidade nos serviços prestados. Dessa forma, a administração precisa constantemente desenvolver políticas e práticas que atendam as expectativas dos cidadãos, tornando o ambiente de trabalho mais produtivo e eficiente.

Nesse sentido, é deveras importante a observância dos fatores críticos contribuintes para o êxito (ou fracasso) na transformação de cenários. São inúmeros os aspectos que podem impactar no processo e, entre eles, os quatro quesitos que foram analisados nesta pesquisa representam significativa participação no resultado final de um processo de implantação e manutenção de um programa de qualidade.

Assim, as novas gerações de profissionais precisam estar preparadas para encarar os desafios de maneira criativa. Os mesmos devem estar aptos a lidar com crises, buscando alternativas inovadoras para capacitar os trabalhadores e aumentar a produtividade. Em um mundo que está em constante modificação e atualização, é preciso romper com o óbvio, reformular arranjos e descontruir estigmas para atingir objetivos expressivos.

REFERÊNCIAS

[1] ARAÚJO, V. S.; FRANÇA, S. L. B. Avaliação da eficiência da metodologia 5S no setor público: uma pesquisa aplicada em uma Organização Militar. Navus, Florianópolis, v. 11, p. 1-27, jan./dez. 2021.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistema de Gestão da Qualidade: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

[3] BORIN, B.; RODRIGUES, J. T. M. C. Implantação do Programa 5S em uma organização pública da região metropolitana de Porto Alegre - RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 9., 2019, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: APREPRO, 2019.

[4] CARPINETTI, L. C. R. Gestão da qualidade: conceitos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2011.

[5] CORREIA, B. R. B. et al. Implantação do Programa 5S em um setor de injeção termoplástica sob aspectos da melhoria contínua. In: ENCONTRO NACIONALDE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. Anais [...]. São Carlos: Abepro, 2009.

[6] FAGUNDES, A. B. et al. Produção mais limpa e 5S: uma revisão. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 5., 2009, Viçosa. Anais [...]. Viçosa: FMEPRO/NUMEEP/UFV, 2009.

[7] FARIA, A. F.; FREITAS, C. A. S.; SUZUKI, J. A. Implantação do Programa 5S em uma incubadora de empresas de base tecnológica. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 5., 2009, Viçosa. Anais [...].Viçosa: FMEPRO/NUMEEP/UFV, 2009.

[8] LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

[9] OSADA, T. Housekeeping, 5S: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. São Paulo: Istituto IMAM, 1992.

[10] PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção (operações industriais e de serviços). Curitiba: UnicenP, 2007.

[11] STANZANI, R. et al. Estudo de implantação do programa 5S em uma empresa detubos de concreto. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 5., 2009, Viçosa. Anais [...]. Viçosa: FMEPRO/NUMEEP/UFV, 2009.

[12] TONTINI, G.; BEZERRA, J. N. P. Estudo sobre os fatores de sucesso na implantação de Programas 5S em empresas catarinenses. Revista de Negócios, Blumenau, v. 7, n. 2, p. 55-61, abr./jun. 2002.

Capítulo 18

Um estudo da aplicação de metodologias ágeis em sistemas judiciários

Thais Rodrigues de Oliveira
Rayan Marinato Sales Cordeiro
Mariane Ribeiro Silva
Leonardo Delgado Faria Kleuser
Ercilia de Stefano

Resumo: **E**ste trabalho tem como objetivo apresentar conceitos sobre metodologias ágeis e o papel do *agile coach/scrum master* na otimização dos processos do sistema judiciário em diferentes países. Os estudos realizados mostram que a utilização do *framework scrum* trouxe redução de tempo nos processos e melhoria no atendimento de seus assistidos. As inovações apresentadas aqui podem ser adaptadas para outros países e regiões com o objetivo de reduzir custos, aprimorar processos e agregar qualidade nos serviços.

Palavras-Chave: **G**estão da inovação; sistema judiciário; metodologias ágeis; *scrum*.

1. INTRODUÇÃO

O setor Judiciário mundial por muitos anos foi composto majoritariamente por atividades presenciais, tanto pelas audiências, cartórios, processos físicos impressos, dentre outros. Com a chegada de novas tecnologias, e principalmente, impulsionados pela pandemia, o judiciário vem se reconfigurando, e o *agile coach/scrum master* tem papel importante na orientação de novos fluxos de trabalho, novos processos e procedimentos, reestruturação, seja também na especificação de novos softwares e equipamentos.

Para a adaptação dos sistemas judiciários ao novo cenário, a busca por otimizar seus processos e procedimentos, demanda o apoio de um profissional especializado na área, o agile coach/scrum master. As metodologias ágeis, mais especificamente a metodologia Scrum, possibilita tanto a otimização de um processo quanto a adequação das pessoas a lidarem com situações imprevistas e/ou complexas da melhor forma possível.

Este trabalho tem como objetivo apresentar três estudos de casos sobre os resultados das aplicações de metodologias ágeis no setor judiciário como forma de otimização de processos, mão de obra e recursos, bem como na melhoria no atendimento. Desta forma foi possível identificar e avaliar diferentes resultados de implementação do framework Scrum em situações práticas tanto no âmbito nacional quanto no internacional.

2. METODOLOGIA

Este trabalho tem caráter exploratório e sistemático, pois compreende levantamento bibliográfico, busca e análise crítica de trabalhos que apresentam situações nas quais outros autores vivenciaram situações semelhantes e apoia-se exclusivamente na literatura já disponível (BOSCO E CAROLINA, 2016).

De semelhante modo, conforme explicado por Matias-Pereira (2010), este artigo pode ser classificado como uma revisão de literatura, ou seja, uma pesquisa que é resultado de um processo de levantamento e análise de conhecimento previamente publicado sobre um determinado assunto, contribuindo na obtenção de informações sobre o panorama do tema, verificação de opiniões similares e contrárias ao tema, conhecimento de publicações e os diferentes modos como o tema já foi abordado, assim como os aspectos inerentes ao assunto.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. METODOLOGIAS ÁGEIS

Segundo Sutherland (2016), o termo “metodologias ágeis” refere-se a um agrupamento de práticas que possibilita o gerenciamento de projetos mais flexível às mudanças. Elas são formadas em curtos períodos sendo que, a cada período, é entregue um conjunto de funcionalidades pré-determinadas. Logo, as metodologias ágeis têm como principal restrição o tempo e são caracterizadas por produzirem entregas rápidas e frequentes.

Segue abaixo alguns exemplos de metodologias ágeis:

- *Scrum*: Segundo Schwaber e Sutherland (2013), é um framework dentro do qual pessoas podem tratar e resolver problemas complexos e adaptativos;
- *Scaled Agile Framework* (SAFe): o SAFe tem como princípio *lean* e o *agile*, utilizando como base o Scrum, XP e o Lean;
- *Feature Driven-Development* (FDD): o FDD tem como foco desenvolvimento por pequenas entregas ao longo do projeto (semelhante ao Scrum);
- *Test Driven Development* (TDD): trata-se sobre o desenvolvimento do produto/projeto orientado a testes;
- *eXtreme Programming* (XP): o XP possui valores iguais ao Scrum, é um framework adaptativo e participativo a todo momento.

De acordo com Schwaber e Sutherland (2013), "o Scrum é um *framework* dentro do qual pessoas podem tratar e resolver problemas complexos e adaptativos, enquanto produtiva e criativamente entregam produtos com o mais alto valor possível". Eles descrevem que o Scrum é leve, simples de entender e extremamente difícil de dominar.

O Scrum está sendo utilizado desde 1990 para gerenciar o desenvolvimento de produtos complexos, criado por Ken Schwaber e Jeff Sutherland, pois as metodologias adotadas neste período (Cascata) tornaram-se obsoletas, pois não é uma metodologia adaptável, flexível e muitos outros pontos negativos.

O *framework* Scrum constitui-se no time Scrum (cada membro com sua função bem definida), eventos, artefatos e regras. Qualquer item dentro da metodologia tem um propósito específico e é fundamental a utilização desses mesmos para que o Scrum seja um êxito no projeto (SCHWABER e SUTHERLAND, 2013). O que corrobora com isso é que a metodologia tem como base teorias empíricas de controle de processo, sendo que, tem três pilares que a suportam:

- Transparência: Todas informações/aspectos relacionados ao produto devem estar visíveis para os associados do projeto;
- Inspeção: Inspeção realizada de forma diligente nos artefatos Scrum, de modo que não afete o andamento das tarefas;
- Adaptação: Caso o dono do produto (ou associado) determine um desvio de aspecto ou a troca de uma funcionalidade, a equipe deve realizar o ajuste brevemente.

Segundo Schwaber e Sutherland (2013), há eventos formais no Scrum para a transparência, inspeção e adaptação, que são quatro reuniões: de planejamento da *Sprint*; diária; de revisão da *Sprint*; e retrospectiva da *Sprint*.

Ainda segundo os autores, o time Scrum são auto-organizáveis e multifuncionais, divididos em três grupos:

- *Product Owner*: é o responsável por maximizar o valor do produto e do trabalho do Time de Desenvolvimento, sendo a única pessoa responsável por gerenciar o *Backlog* do Produto;
- Time de Desenvolvimento: "Profissionais que realizam o trabalho de entregar uma versão usável que potencialmente incrementa o produto "Pronto" ao final de cada Sprint";
- *Scrum Master*: Responsável por garantir que o Scrum seja entendido e aplicado.

De acordo com ABEPRO (2001), o engenheiro de produção possui competências como: Integrar recursos físicos e humanos a fim de obter eficiência com o menor custo possível; Agente de melhorias contínuas dentro de uma instituição; Análise e previsão de demandas; utilizar-se de seus conhecimentos científicos e tecnológicos para uma melhor solução de problemas; projetar ou aperfeiçoar produtos e suas características e muitas outras habilidades.

Logo, pode-se notar que o engenheiro de produção se encaixa perfeitamente em todos os papéis dentro do SCRUM, principalmente como agile coach/scrum master, pois como sua competência engloba além da principal função deste papel que é aplicação da metodologia SCRUM na instituição, a perspectiva é que o engenheiro de produção produza valor além do esperado.

Muito importantes no framework Scrum (SCHWABER E SUTHERLAND, 2013), "os eventos prescritos são usados no Scrum para criar uma rotina e minimizar a necessidade de reuniões não definidas no Scrum. Todos os eventos são eventos *time-boxed*, de tal modo que todo evento tem uma duração máxima". O Scrum define e conceitua seus principais eventos:

- *Sprint*: *Time-boxed* de um mês ou menos, durante o qual um "Pronto", cada uma tem a definição do que é para ser construído, um plano projetado e flexível que irá guiar a construção, o trabalho e o resultado do produto;
- Reunião de Planejamento da *Sprint*: *time-box* com no máximo oito horas, é onde trabalho a ser realizado na *Sprint* é planejado na reunião de planejamento da Sprint;

- Reunião Diária: "A Reunião Diária do Scrum é um evento *time-boxed* de 15 minutos, para que o Time de Desenvolvimento possa sincronizar as atividades e criar um plano para as próximas 24 horas";

- Revisão da *Sprint*: A Revisão da *Sprint* é executada no final da *Sprint* para inspecionar o incremento e adaptar o *Backlog* do Produto se necessário. Durante a reunião de Revisão da *Sprint* o *Time Scrum* e as partes interessadas colaboram sobre o que foi feito na *Sprint*;

- Retrospectiva da *Sprint*: A retrospectiva da *Sprint* é uma oportunidade para o *Time Scrum* inspecionar a si próprio e criar um plano para melhorias a serem aplicadas na próxima *Sprint*.

Para os criadores do *framework*, os artefatos do Scrum representam o trabalho ou o valor para o fornecimento de transparência e oportunidades para inspeção e adaptação. Dois mais significativos para o estudo realizado são (SCHWABER e SUTHERLAND, 2013):

- *Backlog* do Produto: "É uma lista ordenada de tudo que deve ser necessário no produto, e é uma origem única dos requisitos para qualquer mudança a ser feita no produto. O *Product Owner* é responsável pelo *Backlog* do Produto, incluindo seu conteúdo, disponibilidade e ordenação" (SCHWABER e SUTHERLAND, 2013);

- *Backlog* da *Sprint*: É um conjunto de itens do *Backlog* do Produto selecionados para a *Sprint*, juntamente com o plano para entregar o incremento do produto e atingir o objetivo da *Sprint* (SCHWABER e SUTHERLAND, 2013).

3.2 SISTEMAS JUDICIÁRIOS

O sistema judiciário apoia o Poder Judiciário que conceitualmente tem a função de defender os direitos de cada cidadão, promovendo a justiça e resolvendo os prováveis conflitos que possam surgir na sociedade, através da investigação, apuração, julgamento e punição.

Para o presente estudo foram selecionados sistemas judiciários que utilizam metodologias ativas em seu sistema, em alguma de suas dimensões.

3.2.1 SISTEMA BRASILEIRO

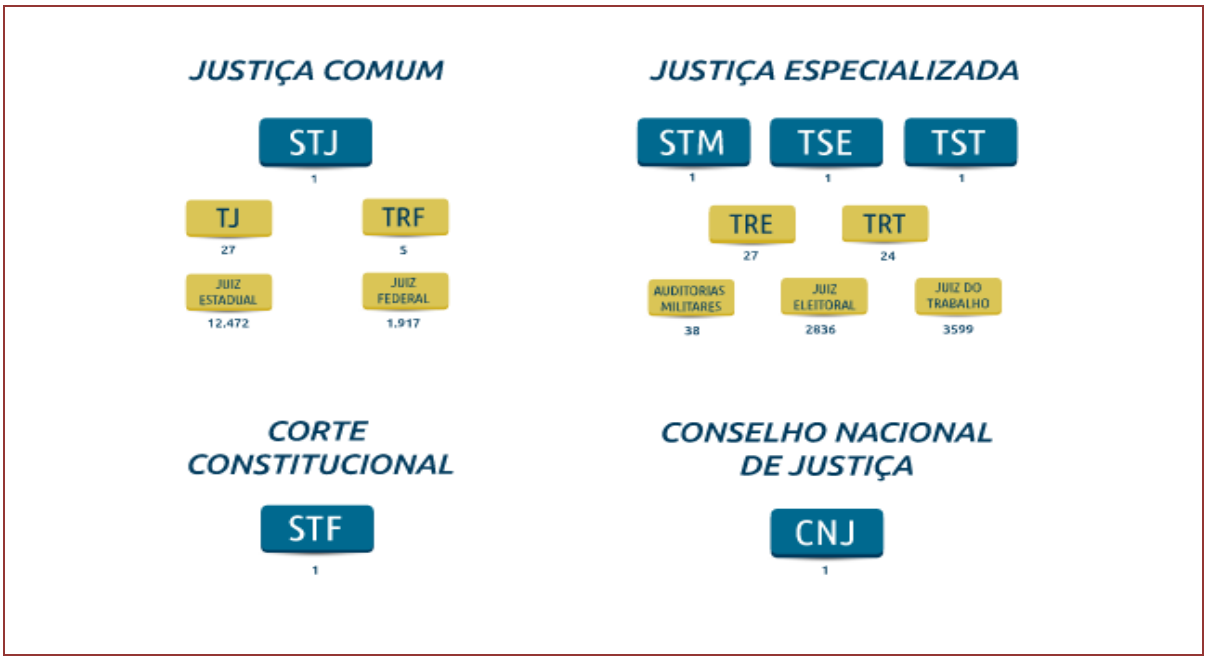
Segundo Mendes (2016), o sistema judiciário brasileiro é organizado de forma diferente dos poderes legislativo e executivo, por ser autônomo, ou seja, é responsável e capaz de responder por seus próprios atos, sejam estes administrativos, financeiros ou outros desde que acordo com os limites estabelecidos pelo Estado. De acordo com o Superior Tribunal de Justiça, o poder judiciário é organizado em dois grupos: a justiça comum e a justiça especializada.

A Figura 1 traz a representação da estrutura da organização funcional do Sistema Judiciário Brasileiro:

A justiça comum compreende todos os casos que não são solucionados pela justiça especializada, sendo estes os relacionados à justiça eleitoral, justiça militar e justiça do trabalho. No mais, a justiça comum ainda atua em duas competências, a Justiça Federal, a nível federal e a Justiça Estadual, a nível dos estados e distrito federal.

Como forma de inovação foi criado o Conselho Nacional de Justiça que atua como órgão controlador, e é composto por figuras do meio judiciário com o objetivo de supervisionar as atividades administrativas e financeiras do poder judiciário.

Figura 1 - Organização Funcional do Sistema Judiciário



3.2.2 SISTEMA POLONÊS

Conforme o Biuletyn Informacji Publicznej (2021), a Constituição da República da Polônia categoriza a autoridade judiciária por meio da dualidade, sendo o sistema composto por cortes e tribunais. No que tange os tribunais, a constituição apresenta o Tribunal Constitucional e o Tribunal de Estado. Os processos na corte polonesa podem ser julgados em duas instâncias.

As cortes englobam a Suprema Corte, as cortes comuns, as cortes administrativas (considerando a Suprema Corte Administrativa) e as cortes militares. As cortes comuns são estabelecidas e encerradas pelo Ministro da Justiça após deliberações do Conselho Nacional de Justiça, e são divididas em cortes regionais, distritais e de recurso.

As cortes regionais são de primeira instância e são responsáveis pela maioria dos processos, a menos que estes sejam reservados a outras cortes e cobrem a área de várias comunas. As cortes distritais podem ser tanto de primeira quanto de segunda instância, lidando respectivamente com os casos mais graves e os apelos, abrangendo vários distritos. Os tribunais de recurso são de segunda instância e cobrem pelo menos duas cortes regionais.

3.2.2 SISTEMA HOLANDÊS

O sistema judicial nos Países Baixos (Holanda) consiste em quatro organizações: os tribunais distritais, os tribunais de recurso, os tribunais especiais e o Supremo Tribunal (Rechtspraak, 2021).

Em relação aos tribunais distritais, os Países Baixos são divididos em 11 distritos, cada qual com seu próprio tribunal; cada tribunal possui no máximo 5 varas, sendo sempre compostos por varas de leis administrativas, leis civis, leis criminais e leis criminais subdistritais. Vale ressaltar que as varas da família e da juventude são integrantes da vara cível, e somente são tratadas como varas separadas quando o número de casos é consideravelmente alto em um determinado distrito.

No que tange ao tribunal de recurso, este tribunal trata sobre casos em que foram feitos recursos sobre as decisões proferidas pelos tribunais distritais, reexaminando os mesmos para que sejam tiradas as próprias conclusões. É possível contestar a decisão do tribunal de recurso apelando para o Supremo Tribunal do país.

Por sua vez, o Supremo Tribunal é responsável por promover a uniformidade jurídica e desenvolver o direito no país, assim como aplicar a lei na mais alta instância sem oportunidades para discussão ou

recursos. As decisões tomadas nos tribunais conjuntos de Aruba, Curaçao, Sint Maarten, Bonaire, Sint Eustatius e Saba também podem ser recorridas no Supremo Tribunal dos Países Baixos.

Enfim, os tribunais especiais são divididos em 3 categorias: tribunal central de recursos, relacionado a segurança social e função pública; tribunal de recursos de comércio e indústria: é especializado em litígios no direito administrativo socioeconômico: divisão de jurisdição administrativa do conselho de estado: é o mais alto tribunal com jurisdição geral do país e cuida de recursos interpostos por civis ou organizações em todas as outras esferas de recursos, ou de disputas entre repartições públicas.

4. APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ÁGEIS AOS SISTEMAS JUDICIÁRIOS

4.1. SISTEMA BRASILEIRO

A população brasileira revela-se desmotivada em acionar o Judiciário, principalmente por conta de seu funcionamento e resultados. De acordo com a Fundação Getúlio Vargas (FGV), com estudo realizado em 2019 mediante à solicitação da Associação dos Magistrados Brasileiros (AMB), 52% dos brasileiros confiam no Judiciário. Em pesquisas similares realizadas na França (Ifop 2019), Grã-Bretanha (IPSOS 2018) e Estados Unidos (Gallup 2019), a confiança da população na Justiça equivale a 53%, 62% e 69%, respectivamente. Ainda de acordo com a FGV (2019), entre as razões que mais desmotivam as pessoas a procurarem a Justiça, 64% a consideram como muito lenta e burocrática.

Tendo em mente o longo tempo que os trâmites processuais tomam e também da duração dos processos judiciais como um todo, Luz (2019) detectou melhorias possíveis de serem implementadas na juntada de documentos e seu respectivo processamento na Primeira Vara Cível do Fórum Regional de Bangu - RJ.

A partir das falhas e informações mapeadas, as equipes de trabalho passaram por algumas mudanças. O autor manteve a organização das equipes de trabalho já existentes, divididas entre uma de apoio e outra de processamento, que possuíam como funções: o recebimento dos expedientes externos, provenientes de dois locais distintos; localização dos processos físicos e anexar seus respectivos documentos. Na equipe de processamento, que não possuía qualquer tipo de controle de produtividade (individual ou coletiva), cada colaborador fazia suas atividades na quantidade e no intervalo de tempo que desejava. Por essas razões, foram implementadas as seguintes alterações:

- A equipe tornou-se responsável também pela distribuição das tarefas uniformemente;
- Cada um dos colaboradores recebeu uma meta diária de processos a serem manejados;
- A equipe recebeu ordens para que os serviços fossem realizados em até vinte e quatro horas após a chegada do documento.

A equipe de apoio continuou com as atividades anteriores, que eram: recepcionar os expedientes diários que chegavam ao cartório, fazer a conferência do que foi recebido e localizar os processos aos quais cada documento era destinado. A equipe de processamento também continuou processando os feitos judiciais. Entretanto, um plano de ação foi elaborado por Luz para diminuir o tempo que decorria entre a juntada de documentos e a conclusão. O plano, baseado na ferramenta 5W1H, constituía-se em listar cinco questões e suas respectivas respostas, com o intuito de compilar e fornecer todos os dados necessários para identificar e endereçar as atividades a serem realizadas. A tabela do plano de ação contava com 6 colunas:

- O que fazer (*what*), contendo ações como: recepcionar documentos, juntar documentos;
- Onde (*where*), contendo locais como: Cartório, escaninhos dos armários, gabinete do juiz;
- Por quê (*why*), contendo motivos como: imposição legal, decisão/sentença do juiz;
- Quando (*when*), contendo frequências e prazos como: diariamente, após o processamento;
- Quem (*who*), contendo pessoas e equipes como: equipe de apoio, equipe de processamento;

- Como (*how*), contendo indicações de como as ações devem ser realizadas como: leitura, conferência, assinatura.

Com o intuito de propor melhorias voltadas à transparência e ao controle dos ciclos de trabalho, o autor propôs a utilização do quadro Scrum pela equipe de processamento, afixado em algum local em que todos os colaboradores e também o público pudessem observar com clareza. Esse quadro exibia três colunas:

- Por fazer;
- Fazendo;
- Feito.

As tarefas eram escritas em cartões autoadesivos (post-its). O quadro Scrum, portanto, poderia proporcionar uma visualização completa de quais tarefas serão, estão ou já foram executadas. As informações deveriam ser atualizadas diariamente, possibilitando que qualquer pessoa soubesse do andamento das ordens semanais. A implementação do quadro não foi acordada pelo grupo por completo, consequentemente desencorajando o uso da ferramenta pela equipe, sendo o autor o único membro da equipe que operou a ferramenta durante todo o estudo.

O autor solicitou que o chefe de serventia, membro da chefia imediata, agisse como facilitador. Seu objetivo seria auxiliar na resolução de impasses e também servir como ponte hierárquica da equipe para com o magistrado, que é parte da chefia imediata. A indicação desse conjunto de ações baseia-se na maior autoridade e autonomia possuída pela chefia, que fundamentalmente deve estar a par do funcionamento dos procedimentos para que seja possível a interferência adequada, quando necessário. Pela falta de apoio apropriado dos graus de jurisdição superiores, o papel facilitador não foi implementado de maneira satisfatória.

4.2. SISTEMA POLONÊS

De acordo com o estudo desenvolvido por Kuźmicz, Orłowski e Bober (2018) no judiciário polonês, foi constatado que existe um grande problema no gerenciamento de projetos de TI nos tribunais comuns poloneses, e isso se deve ao fato que os funcionários envolvidos nestes projetos não são corretamente capacitados ou possuem pouca experiência, os próprios tribunais carecem de boas práticas de gestão de projetos, há falhas de comunicação o que acarreta na coleta incorreta de requisitos no início dos projetos. Todas essas ações falhas interferem diretamente na documentação e no escopo do projeto antes mesmo do início dele.

Sendo assim, os autores acharam por bem construir um arcabouço para a implementação de projetos de TI, ofertando modelos capazes de suprir as necessidades das organizações e processos dos tribunais no país. Para isto, foram avaliadas as abordagens tradicionais e ágeis de projetos. Vale ressaltar que as abordagens ágeis visam a flexibilidade na definição do escopo e o foco na satisfação e nas necessidades do cliente, porém é necessário que haja uma equipe com maturidade suficiente para sustentar o processo de tomada de decisão necessário para esse método, assim como a habilidade de multitarefas, o que pode ser visto como um contraponto.

O propósito do projeto era prover soluções que incluíssem a implementação de um armazém de dados, contando com a extração, transformação e carregamento de dados, assim como a geração de relatórios periódicos (mensais, trimestrais e anuais). Além do conjunto de relatórios, a solução incluiu uma ferramenta para a criação de uma análise multidimensional dos dados coletados.

De forma geral, os autores tentaram adaptar diversas metodologias de gerenciamento de projetos para o ambiente judiciário polonês, no entanto, devido à imaturidade dos funcionários do judiciário, a falta de informações, e as diversas melhorias necessárias nos departamentos assim como o despreparo deles. Outros agravantes foram o despreparo na tomada de decisão e falta de envolvimento da equipe.

Todos estes empecilhos tornaram difícil a implantação da metodologia Scrum, sendo a alternativa tradicional Prince2 adotada no lugar.

4.3. SISTEMA HOLANDÊS

De acordo com van Beek et al. (2020) o aumento do acesso da população ao uso da tecnologia também criou um problema para o sistema Judicial, já que com o aumento de pessoas online também aumentou o número dos chamados cibercrimes que são atividades ou práticas ilícitas em meio online, tais como roubo de dados, falsidade ideológica, evasão de sistemas.

Com esse aumento crescente o governo holandês viu a necessidade de otimizar o processo para esses casos, assim iniciou-se o projeto do sistema de análise de dados chamado *Hansken*, no qual permite a análise de grande quantidade de dados como traços de rede e dados digitais para assim filtrá-los. Com esse método os investigadores responsáveis terão os dados já filtrados ficando responsáveis apenas pela interpretação e tomada de decisão sobre tais casos.

Durante o desenvolvimento do *Hansken* a fim de se otimizar o processo, decidiu-se utilizar o Scrum, no qual a equipe foi dividida em pequenos times multioperacionais a fim de terem entregas de conteúdo completas e em pouco tempo. Após o lançamento do *Hansken* ele foi implementado pelos departamentos de polícia e fiscal holandês, e mesmo após sua implementação algumas características do Scrum ainda são usadas a fim de manter a aplicação funcionando.

O primeiro artefato do Scrum utilizado pela equipe foi o sistema de sprints, nas quais a equipe libera pequenas atualizações de manutenção e funções a fim de diminuir a quantidade de tarefas humanas durante o processo a cada poucas semanas. Assim a equipe pôde ter um controle maior sobre suas entregas identificando se cada update realmente aumentou a efetividade, ou se tal atualização pode ter vindo a quebrar alguma função dentro da aplicação.

Outra abordagem usada foi a de uma equipe de suporte especializada no *Hasken* que fica disponível para apoio através sobre e a aplicação para agências judiciais nacionais que utilizam a mesma. Através desse apoio não só facilita a adaptação dos usuários ao programa que podem contar com ajuda quando em dúvidas, mas também aumentam o conhecimento da equipe sobre o programa e casos da vida real, para assim futuramente eles possam implementar mais funções automatizadas baseadas nessas experiências.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo apresentado, verifica-se a aplicabilidade e importância das metodologias ágeis no sistema judiciário, em especial o *framework* Scrum. A utilização desse tipo de ferramenta prova-se cada vez mais eficiente e também necessária. Atualmente com as políticas de *lockdown* e distanciamento social, a tecnologia passou de aliada à essencial, mas pode perder ou ter sua efetividade diminuída em consequência de protocolos não executados de maneira minimamente satisfatória.

Para que o Scrum seja adotado corretamente e que os resultados gerados sejam maximizados e mantidos, faz-se necessário que toda a equipe esteja engajada e comprometida com as metodologias a longo prazo. Caso a adoção seja pontual ou de curto prazo, as melhorias conquistadas podem ser parciais ou totalmente perdidas, sendo que essa premissa é válida para a implantação em quaisquer novos processos, procedimentos e tecnologias. A atuação do Engenheiro de Produção traz um diferencial significativo neste processo, quer seja por seu conhecimento técnico, como também nas habilidades interpessoais e de processos, inerentes à sua formação.

REFERÊNCIAS

[1] ABEPRO. Referências curriculares da Engenharia de Produção. Penedo: ABEPRO, 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Ref_curriculares_ABEPRO.pdf> .

[2] BIULETYN INFORMACJI PUBLICZNEJ. The Judicial System in Poland - Biuletyn Informacji Publicznej Sąd Okręgowy w Warszawie. Disponível em: <https://bip.warszawa.so.gov.pl/artykuly/436/the-judicial-system-in-poland>.

[3] BOSCO, M.J.; CAROLINA, T. Redação de Artigos Científicos. Grupo GEN, 2016. 9788597001532. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597001532/.

[4] CAUCHICK, P. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2018. 9788595153561. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153561/>.

[5] FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). Estudo da Imagem do Judiciário Brasileiro. 2019. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/dl/estudo-imagem-judiciario-brasileiro.pdf>.

[6] KUŹMICZ, Monika; ORŁOWSKI, Cezary; BOBER, R. Case study of project management in district court. Computer Science, v. 19, 2018. Disponível em: <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-ce178c5a-d846-4734-bc02-f6cd5d59712b/c/CS_4_2018_Kuzmicz.pdf>

[7] LUZ, Marcos Paulo Farias da. Juntada de expediente e processamento imediatos: uma proposta para a melhoria na prestação jurisdicional no âmbito da Primeira Vara Cível do Fórum Regional de Bangu. 2019. 12f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração Pública) -Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Fluminense, 2019. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/16922>.

[8] MATIAS-PEREIRA. Manual de Metodologia da Pesquisa Científica. Grupo GEN, 2016. 9788597008821. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597008821/.

[9] MENDES, GILMAR. Organização do Poder Judiciário Brasileiro. 2016. Disponível em: <https://biblioteca.cejamericas.org/handle/2015/2951>.

[10] RECHTSPRAAK. Judicial system and legislation | Judiciary. Disponível em: <https://www.rechtspraak.nl/English/Judicial-system-and-legislation/>.

[11] SUTHERLAND, Jeff. Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. 2a Ed. Leya, 2016.

[12] SCHWABER, K. SUTHERLAND, J. Guia do Scrum. Um guia definitivo para o Scrum: As regras do jogo. 2013. Disponível em: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-Portuguese-BR.pdf>.

[13] VAN BEEK, H. M. A. et al. Digital forensics as a service: Stepping up the game. Forensic Science International: Digital Investigation, v. 35, p. 301021, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2020.301021>.

Capítulo 19

Metodologia 8D: Estudo e aplicação em uma fábrica de lanternas para veículos pesados

Edilson Miolli Filho
Franciele de Cássia Silva
Gabriela Purcino
Meline Melisse Trinca Guerino

Resumo: O presente artigo tem como objetivo utilizar a metodologia 8D de resolução de problemas para reduzir o número de realocações de moldes em uma fábrica de autopeças para veículos pesados, no setor de injeção plástica. Para que isso pudesse ser feito, foi necessário coletar dados da real situação da empresa, tais como: O tempo de troca de ferramenta das máquinas, medidas dos moldes e das injetoras, e disponibilidade das máquinas. Após a coleta, foram aplicadas diversas ferramentas, como: Matriz SIPOC, Fluxograma, *Brainstorming*, Diagrama de Pareto, 5w2h, Diagrama de Ishikawa, matriz de GUT e Diagrama de Relação. Como resultado, obteve-se uma redução significativa de realocação, de 15,44% para 4,15%, trazendo ganhos satisfatórios para a empresa.

Palavras-chaves: 8D; realocação; SETUP; moldes.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de autopeças é responsável pela produção de peças que são usadas na construção de veículos, e vende produtos tanto para distribuidoras independentes, quanto para montadoras. Segundo SEBRAE (2015), as vendas para as montadoras correspondem a 70% do faturamento total, para reposição 15%, para exportação 8% ou para negócios intrassetoriais (para outros fabricantes) 7%, ou seja, 92% da produção de autopeças é focada no mercado interno.

O segmento automobilístico vem passando por várias mudanças desde o começo da pandemia da COVID-19. Segundo SINDIPEÇAS (2020), o faturamento das indústrias de autopeças recuou 6,7%, com destaque para as reduções observadas em Montadoras, de 8,0%, e exportações em dólares, 26,2%, que continuam sendo explicadas pela crise na Argentina. Apesar do estado de defasagem do mercado atual, alguns números da indústria automotiva são considerados promissores, juntamente com o desenvolvimento tecnológico. Independente das dificuldades, percebe-se que o segmento de autopeças é fundamental para o desenvolvimento de todo completo automotivo.

O presente artigo descreve um estudo realizado dentro de uma indústria de autopeças, no sul de Minas Gerais, voltada para sinalização e iluminação de veículos pesados. A empresa oferece mais de 1000 produtos para diferentes aplicações em caminhões, utilitários, implementos rodoviários, máquinas agrícolas e ônibus.

A empresa em estudo se encontra com uma grande quantidade de realocações de moldes que geram atrasos no setup, necessitando um melhor estudo de métodos e processos afim de identificar a causa dessas realocações e de que forma essas trocas podem ser reduzidas.

Em suma, este artigo tem como objetivo a aplicação da metodologia 8D para redução do número de realocações de moldes, que geram atrasos no setup e, a partir da identificação da causa raiz, propor uma solução do problema com o auxílio das ferramentas da qualidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. METODOLOGIA 8D

Visando a melhoria contínua de um produto ou processo a metodologia 8D é uma ferramenta usada para análise e resolução de problemas. Originou-se com os militares em 1974, com principal objetivo de identificar erros, fazer análise de causa raiz, prevenir recorrência, reduzir custos e aumentar a qualidade (BEHRENS et al., 2007).

Pouco depois, foi desenvolvida pela empresa Ford Motor Company, o método de Resolução de Problemas Orientados por Equipe - *Team Oriented Problem Solving* (TOPS) -, posteriormente chamado 8D.

Quadro 1 - Etapas da metodologia 8D

Etapas	Descrição
D1	Definição da equipe para estudar o problema;
D2	Descrição do problema;
D3	Implementar e verificar a curto prazo as ações corretivas;
D4	Definir e verificar aas causas;
D5	Verificar as ações corretivas;
D6	Implementas as ações corretivas;
D7	Ações preventivas;
D8	Valorização da equipe

Fonte: (Whitfield & Kwok, 1996)

2.2. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O diagrama de Ishikawa também conhecido como espinha de peixe ou diagrama causa e efeito, é uma ferramenta da qualidade visual, muito utilizada por empresas, para levantar dados das possíveis causas de um problema e assim, identificar sua causa raiz. "Existem, várias categorias de causas principais. Frequentemente usadas, que são: Mão-de-obra, Máquinas, Métodos, Materiais, Meio Ambiente e Meio de Medição conhecidas como os 6Ms, (RAMOS, 2000).

2.3. MATRIZ SIPOC

SIPOC é um acrônimo para as palavras em inglês *Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Costumers* (fornecedores, entradas, processo, saídas e clientes – em tradução para o português). A matriz SIPOC é uma ferramenta visual e clara das etapas principais do processo e de outros pontos importantes que o compõem. Sua utilização pode ser dada para documentar um processo de negócios de seu começo até o fim – como, por exemplo, no início de um projeto, para ajudar a definir seus elementos importantes (TAGUE, 2005).

2.4. FLUXOGRAMA

O Fluxograma pode ser definido como um resumo ilustrativo do fluxo de cada etapa de um processo, mostrando todas as suas etapas em sequência e o que é realizado em cada uma delas, os materiais ou serviços que entram e saem do processo, além das decisões que devem ser tomadas.

Segundo Shetach (2011) o fluxograma deve ser feito quando existe uma questão / problema / missão / atribuição / projeto, que dentro de uma equipe ou organização, necessita de tratamento, cuidados ou melhorias.

2.5. BRAINSTORMING

O Brainstorming, também conhecido como "tempestade de ideias", sendo uma ferramenta associada a criatividade para gerar ideias em um curto espaço de tempo, além disso, possibilita a contribuição de todos os integrantes de um grupo para obter soluções inovadoras e criativas para problemas. Pode ser utilizado em qualquer etapa do processo, além de poder ser usado tanto isoladamente quanto no apoio à aplicação de outras ferramentas (MEIRELES, 2001).

2.6. DIAGRAMA DE GUT

Segundo Castro (2015), a ferramenta GUT é aplicada no controle e melhoria de processos. Ela qualifica e quantifica o grau de importância de diversos problemas e suas prioridades a serem tratadas, possibilitando um planejamento das ações a serem realizadas a curto e longo prazo.

Basicamente, trata-se de uma ferramenta focada em análise de problemas e determinação de prioridades para elaboração do plano de ação.

2.7. GRÁFICO DE PARETO

O diagrama de Pareto é uma forma gráfica de descrição em barras, onde se procura identificar quais itens são responsáveis pela maior parcela dos problemas (DA SILVA et al., 2008). O Princípio do Pareto é de que um pequeno número de causas (em torno de 20%) é responsável pela maioria dos problemas (em torno de 80%).

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta que permite fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes a serem trabalhados, possibilitando assim a concentração de esforços sobre os mesmos (MENEZES, 2007).

2.8. MATRIZ DE RELAÇÕES

A matriz de relações tem por objetivo identificar a existência de relações entre variáveis, a matriz procura identificar semelhanças de dependência entre requisitos da qualidade do produto e características de projeto do produto; normalmente procura-se identificar o grau de relacionamento entre as variáveis se for forte médio fraco. Com isso pode-se separar as causas que mais agravam a causa raiz, estudá-las de uma forma conjunta, para obter um resultado mais amplo, que engloba os problemas com mais relações. (ANTÔNIO; TEIXEIRA e ROSA, 2019).

3. DESENVOLVIMENTO

A pesquisa de campo foi realizada em uma fábrica autopeças voltadas para sinalização de veículos pesados, situada no Sul de Minas Gerais. A presente empresa relata constantes preocupações em relação ao processo de setup, no que tange a realocação de moldes, um dos procedimentos mais recorrentes na fábrica, no setor de injeção plástica. A seguir, é aplicada a metodologia 8D como forma de estruturar o levantamento de dados, análise e propostas de melhorias.

3.1. DESENVOLVIMENTO DO 8D

3.1.1. ETAPA 1D – FORMAÇÃO DA EQUIPE

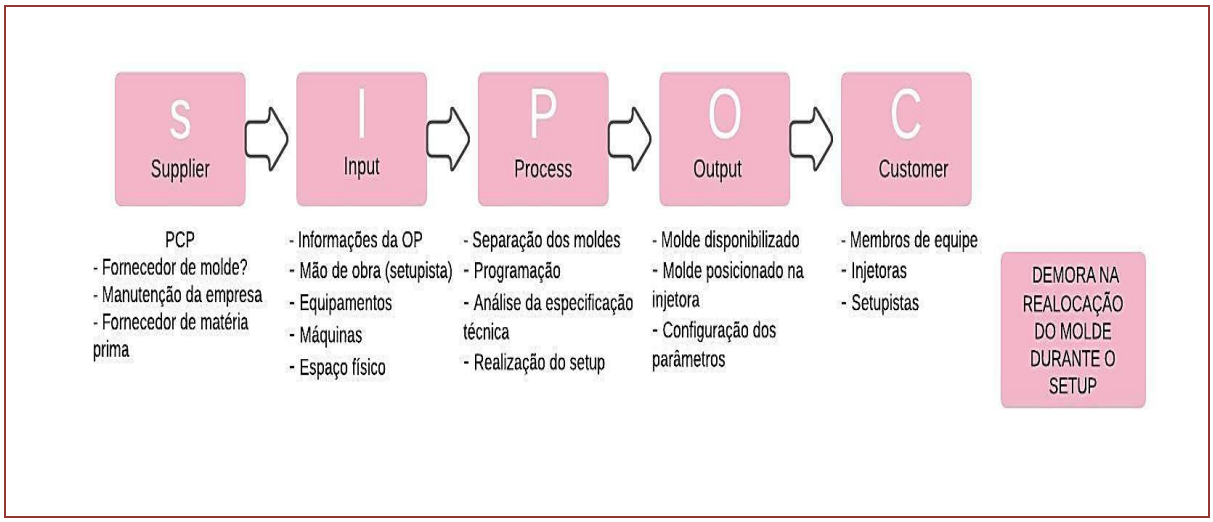
O problema trabalhado no setor da injeção plástica, necessitou da ajuda de 2 estagiários de engenharia de produção, supervisionados pelo gerente da área, aliado a engenharia de processos e o PCP (Planejamento e Controle de Produção), no que tange programação de TRF's (Troca Rápida de Ferramentas) e definição de métodos e processos. Para a análise do problema e aplicação do método de resolução, também foi imprescindível a participação dos setupistas – responsáveis pela troca dos moldes.

3.1.2. ETAPA 2D – DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Uma empresa do Sul de Minas Gerais, sofre com uma grande quantidade de realocação de moldes. Todos os dias o PCP faz a programação de SETUP informando à injeção plástica qual molde entrará em qual máquina em determinado horário, contudo, às vezes, algumas máquinas a qual os moldes estão destinados encontram-se em manutenção, e o setupista precisa medir o tamanho do molde e o tamanho de outras máquinas disponíveis para informar o PCP que o molde pode ser realocado em outra injetora. Ademais, há também diversos moldes novos que chegam todo o mês, sem parâmetros definidos para uma injetora específica, ou ainda a substituição de antigas máquinas por novas. Toda essa realocação e reprogramação de setup, atrasa a produção e afeta a disponibilidade das máquinas, além do próprio PCP não conseguir manter o controle de qual molde já foi realocado para qual injetora.

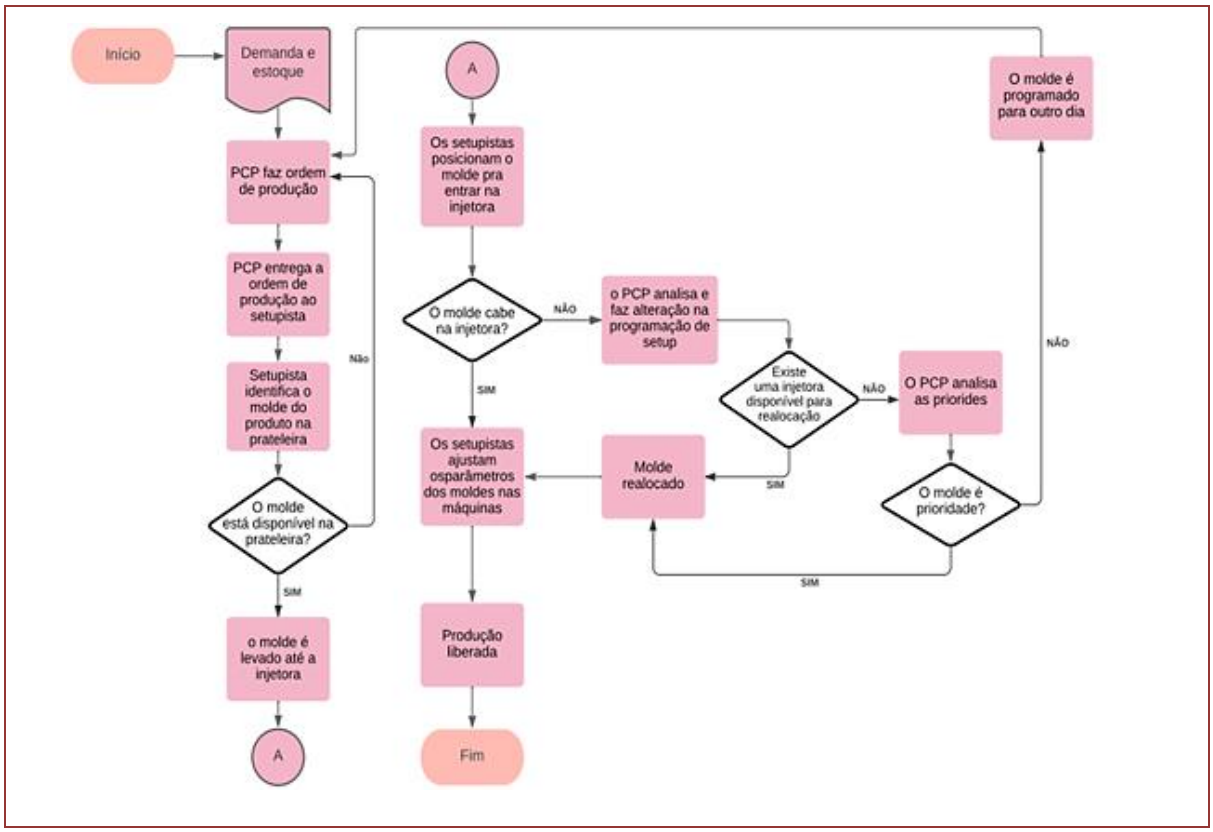
Primeiramente, foi feito o uso da Matriz Sipoc para realização das perguntas usadas para coleta de dados, conforme a Figura 1. Através desta coleta, foi realizado um fluxograma com base em informações concedidas pela empresa, mostrando a etapa de produção do setor de injeção plástica da fábrica, conforme demonstrado na Figura 2. A partir desta ferramenta teve-se uma visão mais ampla, facilitando o estudo da causa raiz.

Figura 1 – Matriz SIPOC



Fonte: Os autores.

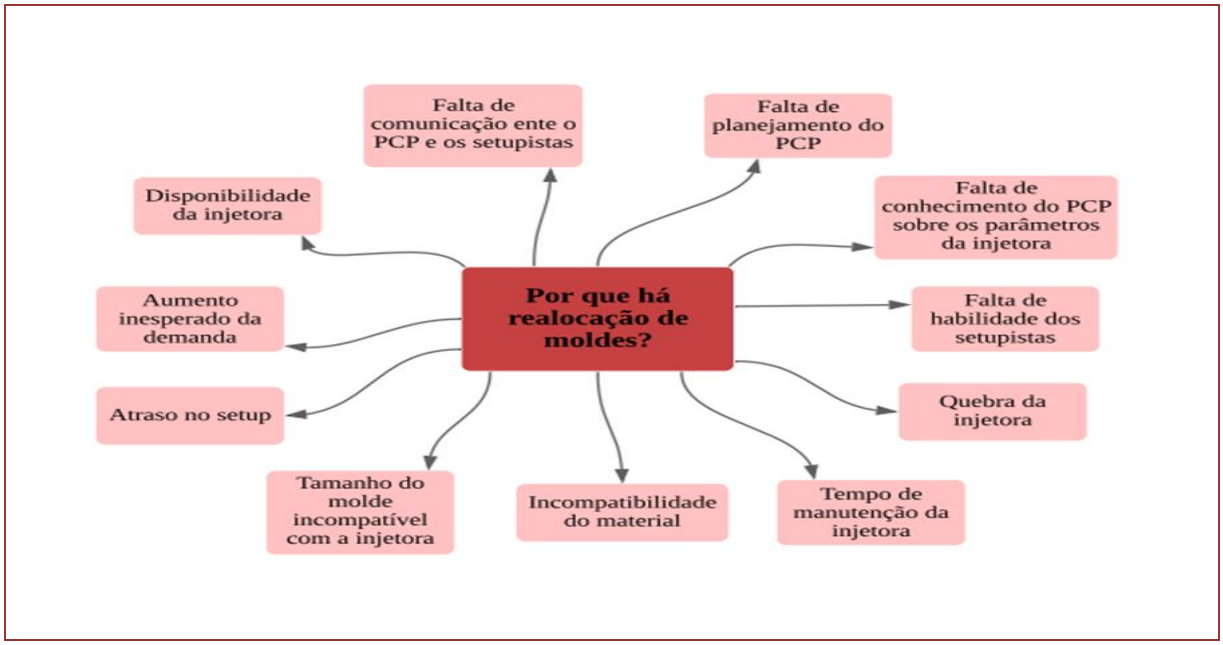
Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo do setor de injeção plástica



Fonte: Os autores.

A partir dos dados obtidos pela empresa, foi possível fazer um *brainstorming*, partindo da pergunta: "Por que há realocação de moldes?", a fim de identificar possíveis causas para este problema, conforme a Figura 3.

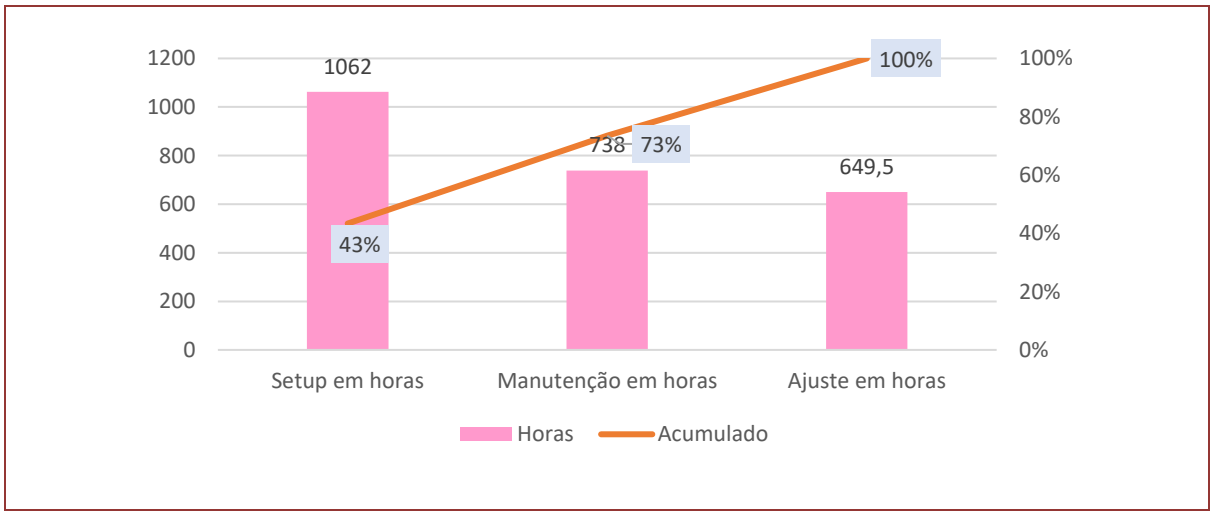
Figura 3 – Brainstorming para elaboração da coleta de dados



Fonte: Os autores.

Com intuito de identificar o principal indicador de ociosidade das injetoras – isto é, tempo de máquina parada – foi feito um Gráfico de Pareto com a soma do tempo total, em horas, em que todas as máquinas estavam registradas com cartão de setup, manutenção ou ajuste, desde o mês de setembro de 2020 até fevereiro de 2021. Os resultados encontram-se no Gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 - Principais causas de ociosidades de injetoras



Fonte: Os autores.

O Gráfico 1 mostra tempo somado de todas as injetoras, em horas, registrados como manutenção, ajuste ou setup, durante o horário produtivo no período de setembro de 2020 a fevereiro de 2021. O tempo gasto em setups resulta em 43% do tempo total de máquina parada, dentro da indústria, acarretando uma menor produtividade e impactando diretamente os indicadores de desempenho da área. Uma vez que a grande quantidade de trocas diárias de moldes signifique maior rotatividade de produção e maior agilidade em atender as demandas do mercado, diminuir a quantidade de setups não é uma alternativa viável, o que leva ao problema trabalhado por este artigo: reduzir os fatores externos que influenciem diretamente no tempo de setup, bem como a própria quantidade de realocações de moldes.

3.1.3. ETAPA 3D – AÇÕES CORRETIVAS PROVISÓRIAS

Com o objetivo de definir medidas corretivas provisórias, foi utilizado a ferramenta 5w1h para elaboração de um plano de ação; que visa reduzir a quantidade de realocações de moldes.

Quadro 2 - 5w1h.

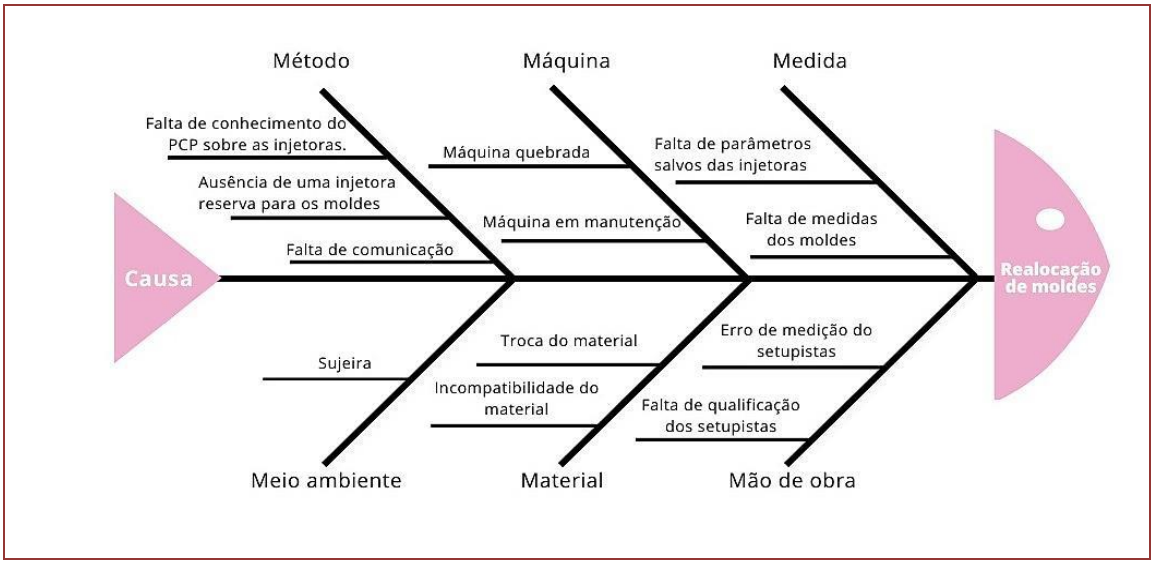
What	Why	Where	When	Who	How
Criação do programa em linguagem C	Identificar a injetora na qual o molde cabe, e se a máquina possui capacidade de injeção necessária	Compilador online	De 23/03/2020 a 26/03/2020	Estagiários da injeção plástica	Será extraído os parâmetros das injetoras e dos moldes para ser feito o programa em um compilador
Cadastro das injetoras secundárias	Definir uma injetora reserva padrão para o molde específico	Na própria empresa	De 26/03/2020 a 05/04/2020	Analista de controle e automação e gerente de TI	Serão analisados a compatibilidade dos moldes com as injetoras e definir uma secundária para cada molde
Mudança de um integrante do PCP para a área de produção	Facilitar a comunicação entre setupistas e PCP	Na própria empresa	15/03/2021	Auxiliar de PCP	Será transferido para sala de administração da injeção plástica.

Fonte: Os autores.

3.1.4. ETAPA 4D – IDENTIFICAÇÃO DA CAUSA RAIZ

Através dos dados levantados no *brainstorming*, foi utilizado o diagrama de Ishikawa para determinar as possíveis causas do problema. O diagrama, conforme mostra a Figura 3, foi construído com base no problema de realocação de moldes realçado no brainstorming da etapa 2D.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Os autores.

Após definir as principais causas do problema, com a finalidade de estabelecer uma visão mais ampla e desenvolver uma análise sobre elas, foi utilizado a Matriz de GUT, mostrada no Quadro 3, para encontar os problemas de maior impacto que levam à realocação dos moldes.

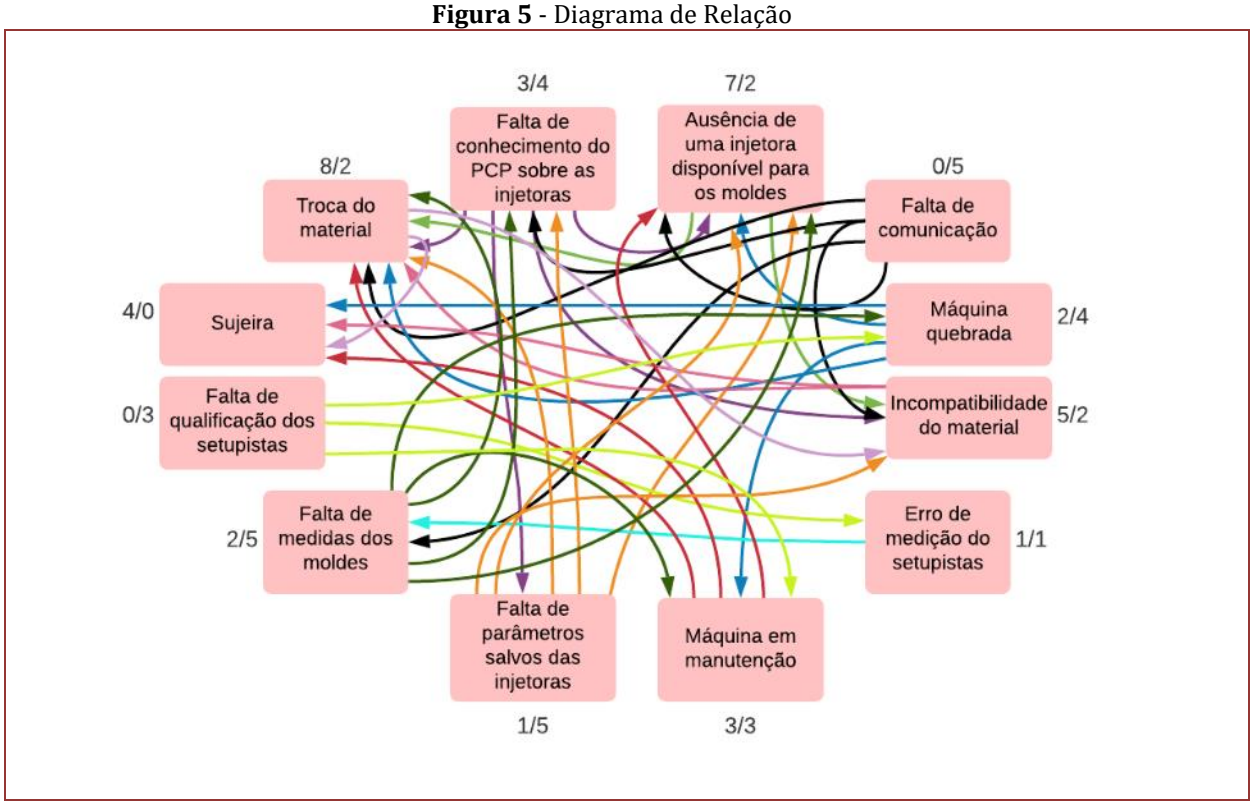
Quadro 3 - Aplicação da Matriz de GUT

Problema	G	U	T	G x U x T	%
Falta de conhecimento do PCP sobre as injetoras	2	1	2	4	1%
Ausência de uma injetora reserva para os moldes	5	5	4	100	18%
Falta de comunicação	4	5	4	80	15%
Máquina quebrada	5	3	1	15	3%
Máquina em manutenção	4	3	1	12	2%
Falta de parâmetros salvos das injetoras	5	5	4	100	18%
Falta de medidas dos moldes	4	4	4	64	12%
Sujeira	1	1	1	1	0%
Troca do material	3	3	3	27	5%
Incompatibilidade do material	5	5	4	100	18%
Erro de medição do setupistas	5	3	1	15	3%
Falta de qualificação dos setupistas	4	4	1	32	6%

Fonte: Os autores.

A partir dos resultados encontrados no quadro 3, foi identificado as três possíveis causas que geram a realocação de moldes. Para estabelecer uma visão mais ampla e desenvolver uma análise das possíveis causas, foi utilizado o diagrama de relação, descrito na Figura 5, uma ferramenta que permite encontrar uma relação entre causa e efeito e, assim, filtrar as verdadeiras causas raízes.

Figura 5 - Diagrama de Relação



Fonte: Os autores.

Feito o diagrama de relação, foi possível perceber que algumas das principais causas levantadas no diagrama de GUT, eram na verdade efeitos frequentes causados por outros problemas. As causas que mais geram efeitos, necessitando serem trabalhadas, são: falta de comunicação, falta de parâmetros salvos das injetoras, e falta de medidas dos moldes.

3.1.5. ETAPA 5D – AÇÕES CORRETIVAS PERMANENTES

Depois das análises foram implantadas duas ações corretivas, sendo elas: a coleta das medidas dos moldes e a das medidas internas das injetoras, para que assim fosse possível separar e padronizar os moldes por injetora. Ademais, também possibilitou a pré-definição de uma segunda máquina para cada molde, caso este precise ser realocado. O Quadro 4 mostra as medidas coletadas das injetoras, e a Figura 5 o programa feito em linguagem C, que mostra, através das medidas dos moldes que devem ser preenchidas, se o molde cabe ou não na injetora escolhida, facilitando na hora de fazer a realocação, quando necessária.

Foram coletados os dados das 12 útimas semanas de todos os produtos por injetora, e a demanda mensal média de cada um. Com este levantamento, foi possível distribuir os produtos de acordo com a melhor compatibilidade do material, levando em consideração as dimensões dos moldes, que fabricam essas peças, e das injetoras. O intuito dessa distribuição foi para equilibrar a disponibilidade mensal de cada máquina, evitar trocas de materiais desnecessárias e a realocação de moldes por incompatibilidade com a injetora.

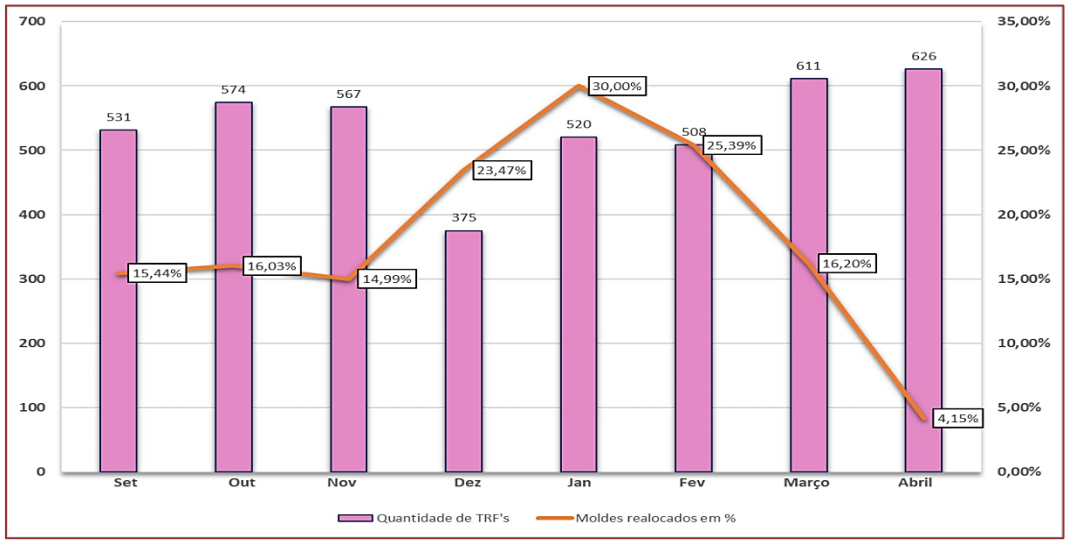
Feita a separação, foi preciso criar uma alternativa de gerenciamento que permitisse que o PCP conseguisse fazer realocações prévias na programação, de forma eficiente, sem que o mesmo precisasse analisar todos os dados levantados no Quadro 5. Para isso criou-se um recurso alternativo possibilitando que o PCP fizesse essa consulta das possíveis injetoras para qual o molde pudesse ser realocado.

3.1.6. ETAPA 6D – IMPLEMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS

Através da implementação das melhorias, os resultados obtidos foram registrados ao longo do mês de abril, como mostra o Gráfico 2, onde é possível perceber uma redução significativa na realocação de moldes, possibilitando ao gestor da área, estipular uma meta de 5% de redução das realocações em relação aos meses anteriores.

Devido as dificuldades do PCP de se implementar e seguir o novo formato de trabalho, atingiu-se um resultado de 4,15%, ou seja, inferior ao que se esperava. Porém, acredita-se que o número de realocações reduzirá ainda mais, em relação aos meses anteriores.

Gráfico 2 - Quantidade de trocas de ferramentas x número de realocações em porcentagem



Fonte: os autores.

3.1.7. ETAPA 7D – AÇÕES PREVENTIVAS

Com intuito de garantir uma melhoria contínua dos resultados, optou-se por realizar um monitoramento diário, para que não houvesse realocação de moldes fora da injetora previamente definida. Assim, será possível garantir uma padronização, visando melhorar o desempenho dos colaboradores, das máquinas, da produtividade, e do próprio ambiente de trabalho.

3.1.8. ETAPA 8D – VALORIZAÇÃO DA EQUIPE

Nesta etapa, foi feito reconhecimento do esforço coletivo da equipe em uma reunião para mostrar os resultados, e parabenizar todos os membros envolvidos, e assim, partilhar os conhecimentos e aprendizagens adquiridas.

4. CONCLUSÃO

O presente estudo cumpriu o seu objetivo de aplicar a metodologia 8D na redução de realocação de moldes, mensais, na área de injeção plástica, contribuindo para a identificação da causa-raiz, que impacta diretamente no problema de realocação de moldes, buscando uma melhoria contínua.

Ademais, foi possível verificar a importância da utilização das ferramentas, que facilitaram o entendimento da situação atual, em busca dos causadores do problema, dando prioridade as causas de maior impacto, identificadas através da Matriz de GUT, atingindo os objetivos da empresa previamente definidos.

Embora outros fatores impactem diretamente na disponibilidade das injetoras, que podem ser imprevisíveis, espera-se que a disponibilidade das máquinas aumente com a queda da realocação de moldes, gerando índices de produtividade melhores, até a padronização completa.

REFERÊNCIAS

[1] ANTÓNIO, NELSON SANTOS; TEIXEIRA, ANTÓNIO; ROSA, ÁLVARO. Gestão da qualidade: de Deming ao modelo de excelência da EFQM. Lisboa: Edições Sílabo. (2007).

[2] BEHRENS, B.-A., WILDE, I., & HOFFMANN, M. Complaint management using the extended 8D-method along the automotive supply chain. Production Engineering, 1, 91–95. (2007).

[3] CASTRO, PROTASIO; FERREIRA, ANA; MOUTTA, SARA MEIRA. BANCOS PREMOLDADOS: MANUTENÇÃO E FERRAMENTA GUT.

[4] DA SILVA, CATILENE BARBOZA ET AL. Utilização de vídeo POP no sistema de gestão da qualidade farmacêutica como alternativa para redução de ocorrência de desvios. Research, Society and Development, v. 9, n. 12, p. e16091210811-e16091210811, (2020).

[5] MEIRELES, M. Livro ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas (Vol. 2). (2006).

[6] MENEZES, GERSON OSCAR DE. Aplicação do índice de salubridade ambiental em comunidades carentes e sua comparação com comunidades padrão: instrumento para planos de gestão municipal. (2007).

[7] RAMOS, A.W. CEP para processos contínuos e em bateladas. São Paulo: Fundação Vanzolini, (2000).

[8] SEBRAE. O mercado de autopeças. 2015. Disponível em <http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/960e4477c82d8031c7f345a349cc1b7c/$File/5847.pdf>. Acesso em: 18 de mar. de 2021.

[9] SHETACH, A. Lighting the route to success: Efficient team implementation processes with the team managerial coping flowchart. Team Performance Management: An International Journal, 17, 7–22. (2011).

[10] SINDIPEÇAS. Pesquisa Conjuntural. 2020. Disponível em <https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2021/RPC_FEV2021.pdf>. Acesso em: 22 de mar. de 2021.

[11] TAGUE, NANCY R. The Quality Toolbox, American Society for Quality. (2005).

[12] WHITFIELD, R. C., & KWOK, K. M. Improving integrated circuits assembly quality - a case study. International Journal of Quality and Reliability Management, 13(5), 27–39. (1996).

Capítulo 20

Modelagem e otimização do sistema de extrusão de impressoras 3D para construção civil

Caio Vinicius Efigenio Formiga
Marcos Lajovic Carneiro
Epaminondas Luiz Ferreira Júnior

Resumo: O sistema de extrusão é uma das principais partes da impressora 3D para construção civil, pois está diretamente relacionada com a qualidade das peças impressas. Este artigo desenvolve uma modelagem e otimização do sistema de extrusão de impressoras 3D para construção civil com volume de impressão de 3 m^3 até 800 m^3, utilizando equações analíticas e simulação computacional. Com os resultados obtidos, é possível dimensionar o sistema de bombeamento de concreto, selecionando a potência do motor a partir do diâmetro e tamanho da mangueira de extrusão. Foram obtidos valores de potência para os motores de 15 W até 900 W, indicando a possibilidade de baixo custo do sistema.

Palavras-chave: Impressão 3D em concreto; sistema de extrusão de impressora 3D de concreto; bombeamento de concreto.

1. INTRODUÇÃO

A impressão 3D é um processo avançado de fabricação que pode produzir automaticamente, peças com geometrias complexas, a partir de um desenho 3D assistido por computador (CAD) (GIBSON et al, 2014).

Uma aplicação mais recente desta tecnologia, voltada para o ambiente da construção civil, pode melhorar as estratégias tradicionais de construção, reduzindo a necessidade de recursos humanos, os insumos representativos do custo de construção, como as fôrmas, reduzindo, portanto, os custos e maximizando os lucros. Dessa forma, o interesse da pesquisa em empregar impressão 3D para construção civil aumentou exponencialmente nos últimos anos, visto que é um setor que tem uma baixa produtividade e tecnologias ultrapassadas, quando comparados a outros setores, que têm automatizado e digitalizado seus processos de fabricação (EL-SAYEGH et al, 2020).

Neste processo, o sistema de extrusão de pasta cimentícia é a parte mais importante de uma impressora 3D, pois controla o fornecimento adequado e consistente do material. Um sistema utilizando um parafuso consegue um controle preciso de fluxo de material, proporcionando uma extrusão constante, através da velocidade de rotação do parafuso (JO et al, 2019). Com a escolha da composição correta da pasta cimentícia e dimensionamento adequado do conjunto motor/parafuso, consegue-se bons resultados de extrusão de material na impressão 3D.

Os principais desafios no projeto e dimensionamento dos subcomponentes que compõem o sistema de extrusão desse tipo de impressora 3D são devidos a imprecisão dos resultados obtidos por meio das simplificações realizadas pelas equações analíticas que caracterizam o escoamento de pastas cimentícias e também das variações possíveis nas propriedades do concreto/argamassa fresca. Neste projeto, devido a essas simplificações e a grande quantidade de possibilidades no material de construção, muitas considerações tiveram que ser feitas para análise de uma faixa de cenários mais prováveis. Dessa forma, foi possível dimensionar a potência do motor e as características do parafuso em função do diâmetro e comprimento da mangueira, para um determinado fluxo de material.

Este artigo apresenta uma modelagem de um sistema de extrusão para diferentes tamanhos de impressoras 3D de concreto/argamassa, utilizando equações analíticas e um software de simulação computacional, detalhando informações de escoamento da pasta cimentícia e dimensionamento do conjunto motor/parafuso, buscando otimização de parâmetros elétricos e mecânicos para aumentar a capacidade de produção. Também são apresentados sugestões para futuros trabalhos, a fim de dar continuidade ao desenvolvimento de um sistema de extrusão de concreto eficaz para aplicação na construção civil.

Na seção 2 faz-se um breve resumo da impressão 3D na construção civil e dos sistemas de extrusão utilizados atualmente. Em seguida, na seção 3, aborda-se a metodologia de coleta e seleção de dados da pesquisa. Na seção 4 são apresentados os resultados analíticos e de simulação computacional, e na seção 5 são apresentadas as conclusões da pesquisa, com análise dos dados apresentados e sugestões para pesquisas futuras.

2. IMPRESSÃO 3D PARA CONSTRUÇÃO CIVIL E SISTEMAS DE EXTRUSÃO

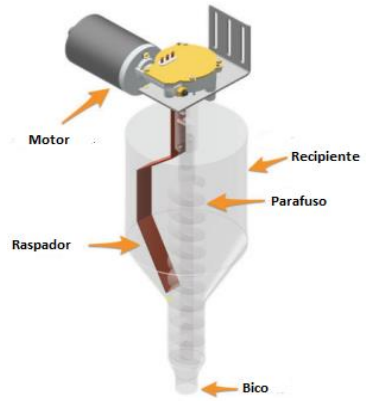
Em meados dos anos 90, surgiu uma tecnologia chamada "*Contour Crafting*", que foi posteriormente patenteada em 2007 (KHOSHNEVIS, 2007). Inicialmente tratava-se de um método de extrusão de pasta de cerâmica, mas depois foi expandida para materiais cimentícios. Os elementos básicos desta tecnologia incluem um tanque de armazenamento de material, uma mangueira, um mecanismo de bombeamento, um bico e um braço robótico. Posteriormente surgiu a tecnologia *D-Shape* (BOHUCHVAL et al, 2019), que utiliza a deposição de pó juntamente com a aplicação de um material ligante.

Na primeira década do século 21, surgiu a construção em forma livre (BOYD et al, 2019), que é bastante similar ao *Contour Crafting*, com diferenças no *design* do bico de extrusão. Na impressão de concreto o bico é capaz de imprimir com diferentes resoluções, tanto em massa quanto em detalhes. A tecnologia foi diferenciada das demais por se concentrar na melhoria da fabricação em grande escala (KHAN et al, 2020).

Uma das partes de uma impressora de concreto é o sistema de extrusão. O *design* desse sistema é o resultado de um método de tentativa e erro para a formulação de material. O sistema inclui um

recipiente para receber o material; um parafuso sem fim para transporta-lo para baixo através do bocal; o bocal que molda a saída do material e o motor para acionar o parafuso. Além disso é adicionado um raspador para melhorar a eficiência do processo (ALBAR et al, 2019). A Figura 1 ilustra as partes desse sistema.

Figura 3 - Esquema do sistema de extrusão



Fonte: ALBAR et al, 2019.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para o dimensionamento do sistema de extrusão, foram necessárias duas etapas: a de caracterização do sistema mecânico e a do escoamento do concreto. Primeiro caracteriza-se o escoamento, com dados da velocidade do fluido e da queda de pressão no sistema. Para isso, foram utilizadas equações analíticas e simulação computacional. Com esses dados, dimensionou-se o sistema mecânico, composto por motor, parafuso de tração e tubulação.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESCOAMENTO DO CONCRETO

A primeira etapa do dimensionamento consistiu na caracterização do escoamento do concreto, em que foi utilizada a Equação Geral da Energia, baseada na Primeira Lei da Termodinâmica.

Os dispositivos que consomem trabalho transferem energia para o fluido e, portanto, aumentam a energia do fluido. Muitos sistemas de escoamento envolvem uma máquina como uma bomba, e a transferência de trabalho associada a esse dispositivo é chamada de trabalho de eixo W_{eixo}. A potência transmitida por meio de um eixo giratório é proporcional ao torque do eixo T_{eixo}, conforme a equação (1) (ÇENGEL et al, 2007).

$$\dot{W}_{eixo} = \omega T_{eixo} = 2\pi\dot{n}T_{eixo} \quad (1)$$

Em que ω é a velocidade angular do eixo em rad/s e ṅ é definido como o número de revoluções do eixo por unidade de tempo (rpm).

Para os escoamentos em regime permanente, a taxa de variação do conteúdo de energia do volume de controle no tempo é zero, e considerando um volume de controle com apenas uma entrada e uma saída, como apresentado na equação (2) (ÇENGEL et al, 2007).

$$\dot{m}\left(\frac{P_1}{\rho_1}+\frac{V_1^2}{2}+gz_1\right)+\dot{W}_{bomba}=\dot{m}\left(\frac{P_2}{\rho_2}+\frac{V_2^2}{2}+gz_2\right)+\dot{W}_{turbina}+\dot{E}_{mec,perda} \quad (2)$$

Em que $\dot{W}_{bomba}$ é a entrada de potência de eixo através do eixo da bomba, $\dot{W}_{turbina}$ é a saída de potência de eixo através do eixo da turbina e $\dot{E}_{mec,perda}$ é a perda total de potência mecânica, que consiste nas perdas da bomba e da turbina, bem como nas perdas por atrito na rede da tubulação.

As perdas irreversíveis de bomba e turbina são tratadas separadamente das perdas irreversíveis dos outros componentes do sistema de tubulação. Assim a Equação (2) torna-se (3):

$$\frac{P_1}{\rho_1 g}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1+h_{bomba,u}=\frac{P_2}{\rho_2 g}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2+h_{turbina,u}+h_L \quad (3)$$

Em que $h_{bomba,u}=\frac{\dot{W}_{bomba,u}}{\dot{m}g}=\frac{\eta_{bomba}\dot{W}_{bomba}}{\dot{m}g}$ é a carga útil fornecida ao fluido pela bomba e h_L é a perda de carga irreversível de todos os outros componentes do sistema de tubulação (ÇENGEL et al, 2007).

Para um escoamento laminar, a perda de pressão ΔP_L para uma tubulação de comprimento L é definido conforme a equação (4) e o fator de atrito f conforme a equação (7).

$$\Delta P_L=f\frac{L\rho V_{med}}{2D} \quad (4)$$

$$f=\frac{64}{Re} \quad (5)$$

Conhecendo esses elementos, a perda de carga $h_L$da tubulação pode ser calculada pela equação (6) (ÇENGEL et al, 2007):

$$h_L=\frac{\Delta P}{\rho g}=f\frac{LV_{med}}{2Dg} \quad (6)$$

Além da perda de carga h_L, existem as perdas localizadas em elementos da tubulação, tais como entrada do tubo, curvas, reduções, etc. De acordo com (ÇENGEL et al, 2007), a perda de carga de um componente da tubulação pode ser calculada pela equação (7):

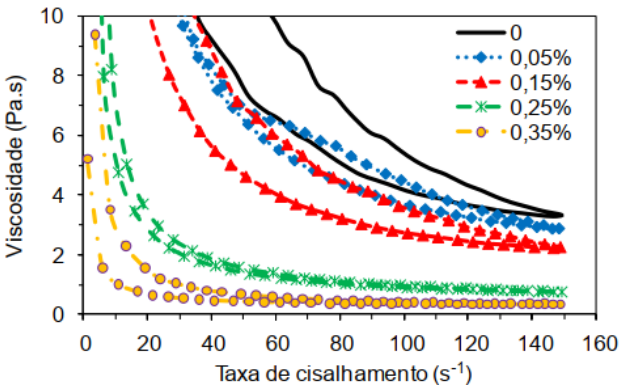
$$h_L=K_L\frac{V^2}{2g} \quad (7)$$

Em que K_L é o coeficiente de perda do elemento em questão.

Todas as formulações citadas, podem ser aplicadas para fluidos newtonianos. Nesses fluidos, a viscosidade é independente do tempo. No caso dos fluidos não newtonianos, a viscosidade varia de acordo com a intensidade da tensão que é aplicada no fluido (TATTERSALL et al, 1983). Consequentemente, o número de Reynolds, o fator de atrito e a perda de carga na tubulação, tornam-se variáveis com o tempo, que é o caso do concreto/argamassa.

Alguns fatores podem alterar a viscosidade de misturas cimentícias, como a relação água cimento e adição de dispersantes (ROMANO et al, 2011). A Figura 2 mostra a variação da viscosidade conforme a variação do teor de dispersante de pastas cimentícias misturadas com a mesma relação água cimento.

Figura 2 - Variação da viscosidade com adição de dispersantes

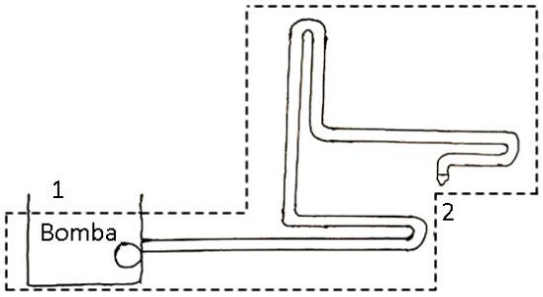


Fonte: (ROMANO et al, 2011).

Para a aplicação dessa pesquisa, o volume de controle considerado é ilustrado na Figura 3, onde o ponto 1 está localizado no reservatório da bomba, a bomba está inserindo potência no sistema e o ponto 2 está localizado no bico de impressão. As considerações feitas para utilização da equação da energia, Equação (3), foram:

- Diferença de altura entre os pontos 1 e 2 é de 4 metros;
- A velocidade linear da impressora é de 0,1466 m/s;
- A pressão no ponto 1 é igual à do ponto 2 (pressão atmosférica);
- Eficiência da bomba de 0,7;
- Densidade do concreto de 2200 Kg/m^3.

Figura 3 - Volume de controle para a impressora 3D



Fonte: próprio autor

Assim, a equação da energia fica conforme (8):

$$h_{bomba} = (z_1 - z_2) + h_L + \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}\right) \quad (8)$$

A equação para o cálculo da potência elétrica da bomba (9) (ÇENGEL et al, 2007):

$$\dot{W}_{eletrica} = \frac{\rho \dot{V} g h_{bomba}}{\eta_{bomba\ motor}} \quad (9)$$

Em que $\dot{V}$ é o fluxo volumétrico e η é o rendimento do motor/bomba. O torque suportado pela bomba é apresentado na equação (10), em que ω é a velocidade angular (ÇENGEL et al, 2007).

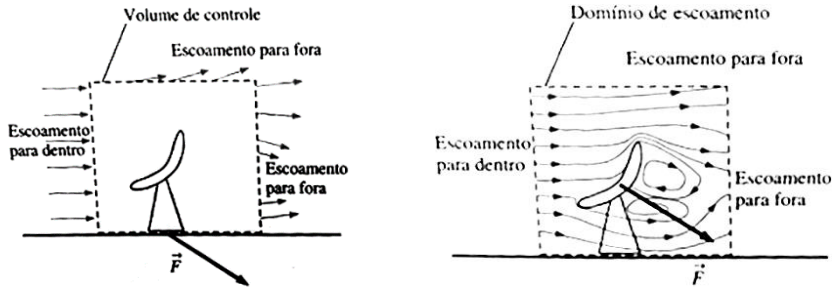
$$T = \frac{W_{eletrica}}{\omega} \quad (10)$$

O torque exercido pelo parafuso é o peso do concreto multiplicado pelo passo (força multiplicado pelo deslocamento), conforme a equação (11):

$$T = F\Delta S \quad (11)$$

Na simulação computacional, foi utilizada a análise diferencial, que envolve a aplicação de equações diferenciais de movimento do fluido em todos os pontos no campo de escoamento sobre uma região chamada de domínio de escoamento. No software SolidWorks, as soluções para a análise diferencial são dadas por meio da resolução das equações de Navier-Stokes. A Figura 4 ilustra a diferença das duas abordagens.

Figura 4 - (a) Na análise de volume de controle, o interior do volume de controle é tratado como uma caixa preta, mas, (b) na análise diferencial, todos os detalhes do escoamento são resolvidos em cada ponto do domínio do escoamento



Fonte: Adaptado de (ÇENGEL et al, 2007)

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA MECÂNICO

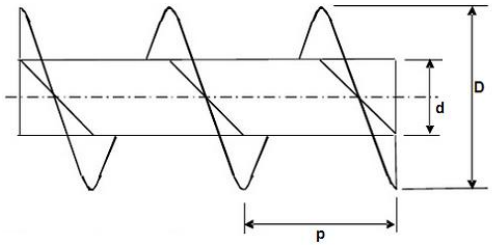
A segunda etapa do dimensionamento consistiu na caracterização mecânica do equipamento. Foram encontrados duas roscas helicoidais no mercado que podem ser utilizadas na bomba de concreto: uma com diâmetro externo de 100 mm, diâmetro interno de 40 mm e passo de 180 mm; outra com diâmetro externo de 60 mm, diâmetro interno de 40 mm e passo de 60 mm.

Considerando que o volume de material transportado em cada rotação seja calculado conforme a equação (12).

$$M = \frac{(D^2 - d^2)\pi p}{4} \quad (12)$$

Em que D é o diâmetro externo da rosca, d é o diâmetro interno da rosca e p é passo da rosca, conforme Figura 5.

Figura 5 - Desenho esquemático de uma rosca helicoidal



Fonte: próprio autor

O volume transportado em cada segundo pode ser calculado pela equação (13), onde RPM representa a rotação por minuto da rosca helicoidal.

$$V = \dot{M}\frac{RPM}{60} \quad (13)$$

A Figura 6 ilustra a bomba de concreto completa, com o motor elétrico, reservatório e rosca helicoidal.

Figura 6 - Bomba de concreto projetada

Fonte: próprio Autor

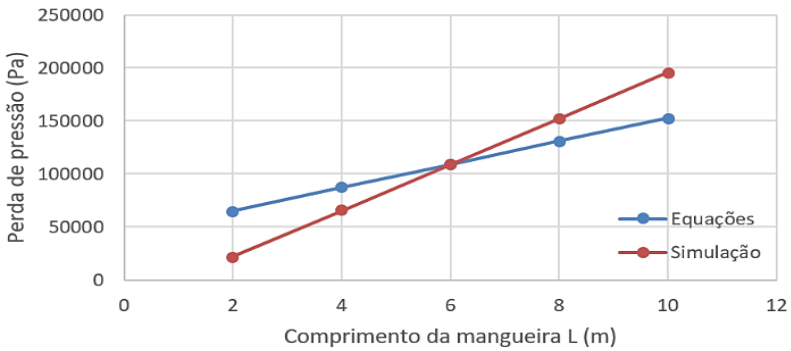
4. RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

Para comparar e validar as equações descritas até agora, foram feitas simulações computacionais de fluidos utilizando o *software* SolidWorks. Três situações foram comparadas, dentro do escoamento de fluidos newtonianos:

i. Tubulação de concreto de 10 metros de comprimento com 2 metros de elevação.

A simulação computacional resultou em uma elevação de pressão 28% maior do que os cálculos analíticos.

Figura 7 - Variação da pressão para a situação 1 modo analítico

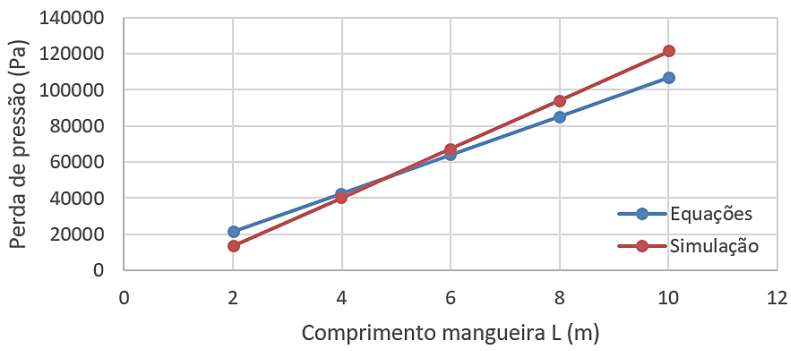


Fonte: próprio autor

ii.Tubulação horizontal de concreto de 10 metros de comprimento.

A simulação computacional resultou em uma elevação de pressão 10,4% maior do que os cálculos analíticos.

Figura 8 - Variação de pressão para a situação 2 modo analítico

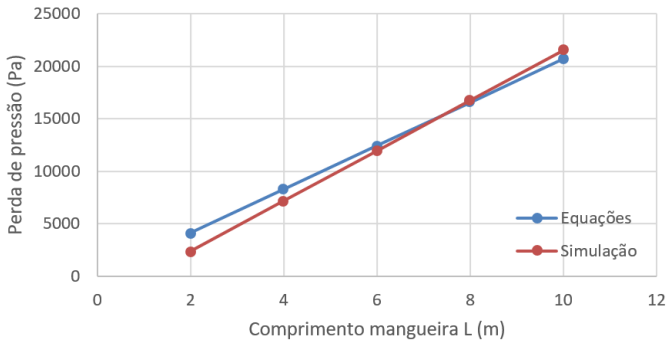


Fonte: próprio autor

iii.Tubulação horizontal de água de 10 metros de comprimento.

A simulação computacional resultou em uma elevação de pressão de 3,94% maior do que os cálculos analíticos.

Figura 9 - Variação da pressão para situação 3 modo analítico



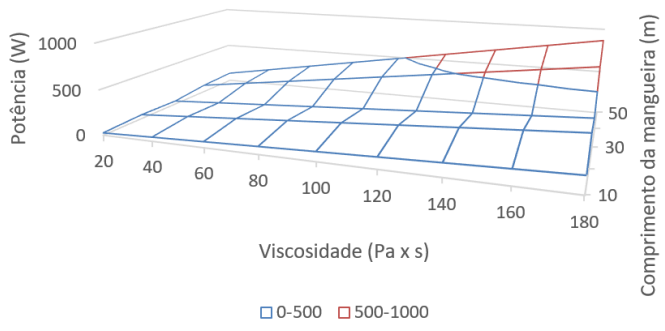
Fonte: próprio autor

A diferença entre as soluções se dá pelas diferentes formas de resolução utilizadas. Para o caso analítico, foi utilizado o volume de controle das leis de conservação de massa e energia, conforme as equações já mostradas até aqui. A técnica do volume de controle é útil quando se está interessado nas características gerais de um escoamento, tais como a vazão em uma massa que entra e que sai do volume de controle ou as forças aplicadas a corpos. O interior do volume de controle é tratado como uma "caixa-preta" – onde não se pode obter informações detalhadas sobre propriedades do escoamento em pontos dentro do volume de controle.

Utilizando as equações analíticas na seção 3, foi possível obter os gráficos das Figuras 10 e 11. No entanto, esses cálculos são referentes a uma idealização do concreto como fluido newtoniano, em que a viscosidade é constante durante todo o escoamento.

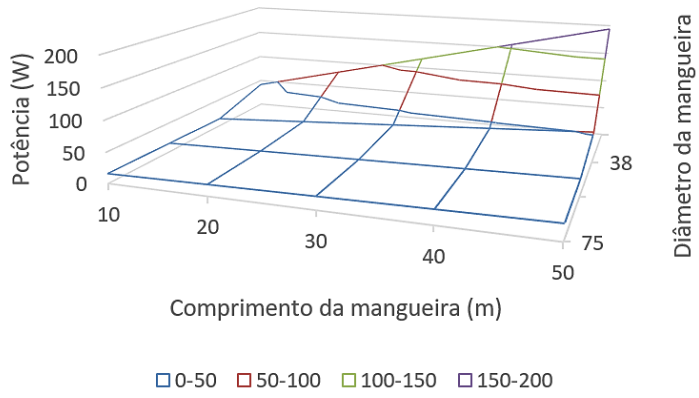
A Figura 10 mostra a variação da potência elétrica da bomba com a variação da viscosidade para mangueiras de 10, 20, 30, 40 e 50 metros de comprimento e diâmetro de 1 ½", e na Figura 11 um gráfico da variação da potência elétrica da bomba pela variação do comprimento da mangueira, com viscosidade de 10 Pa x s é apresentado.

Figura 10 - Potência da bomba em função da viscosidade e comprimento da mangueira



Fonte: próprio autor

Figura 11 - Potência da bomba em função do comprimento e diâmetro da mangueira

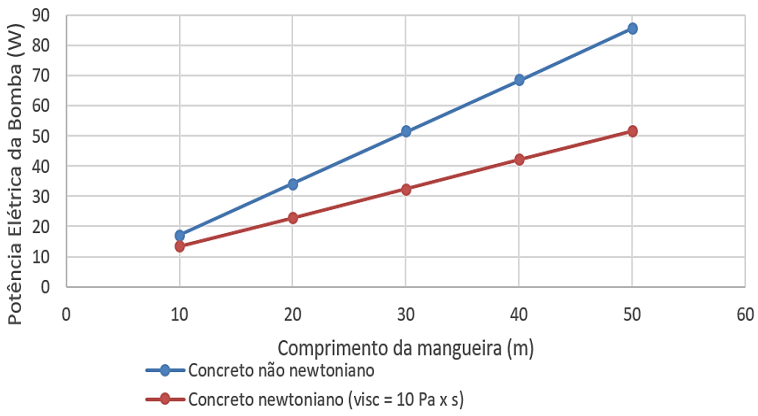


Fonte: próprio autor

Como a viscosidade varia de acordo com a taxa de cisalhamento, conforme mostrado na Figura 2, essa variação foi inserida no SolidWorks (3,5 Pa x s – 28 Pa x s), para que a simulação do escoamento contemplasse essa variação. O resultado é apresentado na Figura 12, mostrando uma variação de pressão de 195.633 Pa.

O resultado da potência elétrica da bomba para esse concreto, com tubulação de 1 ½" é ilustrado na Figura 12. A título de comparação, foi inserido a curva de potência elétrica da bomba para o concreto tratado como fluido newtoniano e viscosidade 10 Pa x s.

Figura 12 - Comparação da potência elétrica da bomba para o concreto como fluido newtoniano e não newtoniano



Fonte: próprio autor

A Tabela 2 mostra as opções comerciais das roscas helicoidais, com a rotação da rosca, e o fluxo que ela consegue entregar para duas opções de tubulação: ¾" e 1 ½". As colunas dos diâmetros e passo representam as dimensões da rosca, mostradas na Figura 5. O RPM representa a rotação da rosca helicoidal. O fluxo volumétrico é o fluxo que a rosca helicoidal pode fornecer para uma dada rotação do motor e diâmetro da tubulação que irá transportar o concreto.

Tabela 2 - Roscas helicoidais comerciais selecionadas

Roscas helicoidais comerciais					
Diâmetro maior (mm)	Diâmetro menor (mm)	Passo (mm)	RPM	Fluxo volumétrico (m^3/s)	Diâmetro da tubulação (mm)
60	40	60	35	0,000055	1 1/2"
60	40	60	17	0,000028	1 1/2"
60	40	60	280	0,00043976	1 1/2"
100	40	180	3	0,000059	3/4"
100	40	180	1,4	0,000028	3/4"

Fonte: próprio autor

Com os gráficos de queda de pressão e potência da bomba obtidos, foi possível dimensionar o motor para o sistema de extrusão de material cimentício. Os gráficos fornecem dados de potência do motor elétrico para uma faixa de viscosidades, comprimento e diâmetro de mangueiras.

Variando o tamanho da mangueira do sistema de extrusão, consequentemente o tamanho da impressora é modificado. Para uma impressora de 2,0 x 2,0 x 2,0 metros (largura x profundida x altura), foi considerada uma mangueira de 10 metros de comprimento. Para uma impressora de 12,0 x 25,0 x 5,0 metros foi considerada uma mangueira de 50 metros (soma-se a largura, profundidade e altura da impressora com as curvas feitas pela mangueira e com a possível distância da bomba de concreto a impressora).

A viscosidade do concreto/argamassa vai depender de sua composição. A Figura 2 apresentada anteriormente mostrou a variação da viscosidade ao longo do tempo para uma mistura de concreto com vários teores de dispersantes. Para a simulação computacional, foi utilizada a variação mostrada na Figura 2, para um concreto sem aditivos (3,5 Pa x s – 28 Pa x s). Já para as equações analíticas, foi utilizada uma viscosidade fixa para cada caso de escoamento (variando de 10 Pa x s até 180 Pa x s), conforme Figura 10.

Por meio desses resultados, foi possível obter um parâmetro para o dimensionamento de bombas de concreto ou sistema de extrusão de uma impressora 3D de concreto, selecionando a potência do motor a partir do tamanho e diâmetro da mangueira de extrusão. Por exemplo: a partir do gráfico da Figura 12 e considerações feitas na seção 3, pode-se concluir que a potência de elétrica do motor da bomba para uma mangueira de 50 metros de comprimento e diâmetro de 3" e 2 ½" está entre 25 e 30 W. Se o diâmetro for reduzido para 1 ½", a potência aumenta para 50 W. E se o diâmetro for reduzido para ¾", a potência aumenta para próximo de 200 W. A Figura 12 ainda mostra a diferença entre o método analítico e numérico: para uma mangueira de 50 metros e diâmetro de 1 ½", a potência do motor da bomba para o método analítico é de 50 W, e para o método numérico é de 85 W (aumento de 70%).

Esses dados foram obtidos considerando uma velocidade de movimentação máxima da impressora disponível para a pesquisa, que é de 0,1466 m/s. Com essa velocidade, as paredes de uma casa de 42 m^2 podem ser impressas em 2 dias e 17 horas. A Tabela 2 mostra a potência estimada pelo método analítico necessária para imprimir uma casa de 42 m^2 em 2 dias e 17 horas e em 1 dia.

Tabela 3 - Diferença de potência da bomba para imprimir uma casa de 42 m^2 em 2,7 dias e em 1 dia

Comprimento da mangueira de 1 1/2"	Potência para imprimir 42 m^2 em 2,7 dias (W)	Potência para imprimir 42 m^2 em um dia (W)
10	13,3403096	80,36530464
20	22,91281302	156,9628031
30	32,48531643	233,5603015
40	42,05781984	310,1578
50	51,63032326	386,7552984

Fonte: próprio autor

Na prática, é esperado potências maiores do que os encontrados na simulação computacional, pois podem aparecer alguns problemas que possam interferir neste valor. O primeiro, é o escorregamento de concreto. Nem todo o concreto/argamassa será transportado pela rosca helicoidal. O segundo problema, é com relação as características do concreto/argamassa: é necessário que o fluido possua a faixa de viscosidade que foi considerada nesse estudo. Apesar disso, a potência do motor elétrico ainda pode estar dentro do previsto, não passando de 1000 W. O motor com essa potência é fácil de se encontrar no mercado nacional e o seu custo não é elevado, e não irá onerar o projeto da impressora 3D de concreto.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma metodologia de projeto de um sistema de extrusão para impressoras 3D de concreto. Foram relatadas equações analíticas para escoamento de fluidos newtonianos e simulações computacionais utilizando o software *SolidWorks*. Os resultados foram mostrados em gráficos, para uma faixa de viscosidades do concreto, comprimento e diâmetro da mangueira de extrusão para fluidos newtonianos e um gráfico comparando o resultado para fluido não newtoniano com o fluido newtoniano.

Por fim, este estudo apresentou relevantes informações teóricas sobre fluidos, escoamentos e dimensionamento de roscas helicoidais, que são importantes para se iniciar um projeto do sistema de extrusão para uma impressora 3D de concreto. A partir dos dados de potência do motor, comprimento e diâmetro da mangueira, ensaios devem ser realizados para a comprovação da teoria discutida até aqui, e assim, estabelecer a metodologia final de dimensionamento de um sistema de extrusão para uma impressora 3D de concreto.

Para pesquisas futuras, recomenda-se realizar experimentos práticos para validar a metodologia utilizada neste trabalho. Verificar qual método tem maior aproximação com a realidade e talvez propor equações empíricas para o escoamento de concreto, a fim de facilitar o dimensionamento de sistemas de extrusão de concreto para a construção civil.

REFERÊNCIAS

[1] ALBAR, A.; SWASH, M. R.; GHAFFAR, S. The Design and Development of an Extrusion System for 3D Printing Cementitious Materials. In: 2019 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT). IEEE, 2019. P. 1-5.

[2] BOHUCHVAL, M.; SONEBI, M.; AMZIANE, S.; PERROT, A. Rheological Properties of 3D Printing Concrete Containing Sisal Fibres. Academic Journal of Civil Engineering. Volume 37, p. 249-255, 26 jun. 2019.

[3] BOYD, P.; GOODLOE, D.; REES, M.; HILBERT, B. Design and Manufacturing of the First Freeform 3D-Printed House. In: Proceedings of IASS Annual Symposia . Volume 2019, No. 6, p. 1-7. International Association for Shell and Spatial Structures (IASS).

[4] ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. Mecânica dos Fluidos. Fundamentos e Aplicações. (p. 148-196). Mc Graw Hill, 2007.

[5] EL-SAYEGH, S.; ROMDHANE, L.; MANJIKIAN, S. A Critical Review of 3D Printing in Construction: Benefits, Challenges and Risks. Archives of Civil and Mechanical Engineering. Volume 20, 2020.

[6] GIBSON, I.; ROSEN, D. W.; STUCKER, B. Additive Manufacturing Technologies. Vol. 17. New York: Springer. 2014.

[7] JO, J. H.; JO, B. W.; CHO, W.; KIM, J. H. Development of a 3D Printer of Concrete Structures: Laboratory testing of cementitious materials. International Journal of Concrete Structures and Materials. Volume 14, 2019.

[8] KHAN, M.; SANCHEZ, F.; ZHOU, H. 3D Printing of Concrete: Beyond Horizons. Cement and Concrete Research. Volume 133, 2020.

[9] KHOSHNEVIS, B. Application filed by University of Southern California USC, Patent US8029710B2, USA: Gantry Robotics System and Related Material Transport for Contour Crafting, 2007.

[10] ROMANO, R. C. O.; CARDOSO, F. A.; PILEGGI, R. G. Propriedades do concreto no estado fresco. In: Concreto: Ciência e Tecnologia. São Paulo: Ibracon, 2011.

[11] TATTERSAL, G. H.; BANFILL, P. F. The Rheology of Fresh Concrete. 1983.

Capítulo 21

Aplicação de um modelo de apoio à decisão multicritério para seleção de uma fábrica de forros PVC para representação comercial

Bianca Mylena da Silva Aragão
Évina Lesly Pereira Maranhão
Igor Danilo Costa Matos
José Vicente da Silva Bastos
Marina Mota França

Resumo: Para o ramo da representação comercial é essencial estar atento as exigências dos clientes. Para atendê-las, os escritórios e indivíduos que trabalham neste ramo necessitam realizar uma grande análise quando buscam uma nova fábrica para representar. Porém essa análise é dificultada pela existência de múltiplos critérios requisitados pelo mercado consumidor. Foi identificada, então, a necessidade de se aplicar um método que possibilite uma tomada de decisão mais segura e satisfatória. Sendo assim, este artigo objetiva aplicar um modelo de apoio à decisão multicritério para selecionar uma fábrica de forros PVC a ser representada por um escritório de representação comercial localizado na cidade de São Luís/MA. O estudo utilizou como base dados coletados a respeito da distância, preço, variedade e tipos de forros PVC das possíveis fábricas. Para aplicar o modelo foram realizadas entrevistas com o decisor para verificar os pesos dos critérios e inserir sua visão sobre o problema no modelo. Após isso, seguiu-se doze etapas com aplicação do método PROMETHEE II através do Software Visual PROMETHEE. O modelo identificou a Fábrica A como melhor alternativa, apesar de ter tido o pior desempenho no critério preço, ela apresentou excelente desempenho na distância, variedade e tipos de forros PVC.

Palavras-chave: Apoio a decisão multicritério; PROMETHEE; PVC; seleção de fábricas.

1. INTRODUÇÃO

As empresas buscam continuamente novas formas de melhor atender o cliente, trazendo novos produtos, serviços e ideias que satisfaçam as necessidades gradualmente mais específicas desses consumidores. No ramo de vendas, principalmente para a representação comercial, o atendimento das demandas do cliente se torna ainda mais crucial, pois um dos principais objetivos de uma empresa que trabalha como representante é a fidelização do cliente, e para isso é preciso estar atento aos vários requisitos exigidos pelo mercado.

O Brasil possui excelentes fabricantes de forros PVC localizadas em seu território, certificadas e com alto grau de qualidade, que atendem diversas regiões do país através de representantes. As construtoras e escritórios de engenharia, no entanto, buscam a fabricante que apresente o melhor custo-benefício para seus empreendimentos, com qualidade, variedade e preço acessível para seus negócios. Ao buscar representar uma nova fábrica, o representante deve considerar rigorosamente esses requisitos do cliente. No entanto, estes requisitos tendem a ser conflitantes.

Atualmente, a tomada de decisão sobre essa questão leva em conta somente a experiência e expertise do representante, o que não define que a decisão feita seja a melhor alternativa. Uma maneira encontrada para garantir confiabilidade e segurança na escolha a ser realizada é através de um Problema de Decisão Multicritério. Esse tipo de problema é caracterizado, segundo Almeida (2013), por meio da existência de no mínimo duas alternativas de ação para que se possa ter uma seleção, e a escolha realizada deve atender múltiplos critérios conflitantes entre si. Esse tipo de problema possibilita a criação de um modelo de decisão que considera as necessidades do indivíduo ou grupo responsável pela tomada de decisão.

Tendo isso em vista, o presente artigo tem como objetivo a aplicação de um modelo de apoio à decisão multicritério para a escolha de uma fabricante de forros PVC para representação comercial por parte de um escritório situado na cidade de São Luís/MA. Pode se definir o problema desse estudo através do questionamento a seguir: Qual a melhor fábrica para ser representada comercialmente por um escritório de representação comercial localizado na cidade de São Luís/MA, levando-se em conta múltiplos critérios para a seleção e distintas alternativas de escolha?

Esse artigo inicialmente apresentará uma revisão bibliográfica sobre os temas e conceitos que sustentam esse estudo, em seguida irá expor o processo de desenvolvimento do modelo de apoio decisão e os resultados obtidos com ele. Enfim, serão apresentadas asconclusões do trabalho.

2. O PROBLEMA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Quando há mais de uma alternativa para se escolher, e essa escolha é motivada para que se atenda múltiplos objetivos, em sua maioria conflitantes entre si, têm-se um problemade decisão multicritério (AGUDELO, 2017). O método de análise à decisão multicritério ou Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) vem para auxiliar a construir modelos que representem esse tipo de problema, aplicados em situações em que um indivíduo ou um grupo de indivíduos devem escolher uma alternativa dentre várias disponíveis que atendam a determinados critérios divergentes.

Almeida (2013) define como condição básica para a ocorrência de um problema de decisão multicritério, a existência de no mínimo duas alternativas para que o decisor possa realizar uma escolha. O decisor, portanto, necessita realizar comparações entre as alternativas a fim de se chegar a melhor. Estas, porém, devem atender à critérios, objetivos, que muitas vezes estão em unidades de medidas diferentes. Assim, necessitando de aplicação de método que permita uma comparação eficaz entre as alternativas, levando em conta as particularidades de cada critério.

Porém, primeiramente é necessário que o decisor, figura responsável pela tomada de decisão, estabeleça os objetivos que quer alcançar. Esses objetivos são representados através de critérios no processo de decisão (ALMEIDA et al., 2011). Os critérios são de fundamental importância para a aplicação do método MCDA, uma vez que vão nortear a sua aplicação.

O método MCDA vêm para facilitar a síntese de informações em um processo de decisão objetivando uma solução satisfatória, que se torna mais difícil pela existência de critérios conflitantes (ZELENY, 1986). Sua facilidade de aplicação e seu método sistemáticoo tornam um grande aliado em situações e problemas de difícil solução nas empresas, auxiliando para uma tomada de decisão eficiente e eficaz.

3. MÉTODO PROMETHEE

A família de métodos PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) faz parte do grupo de métodos de sobreclassificação e se utiliza de duas fases para sua aplicação, uma para o desenvolvimento da relação de sobreclassificação e outra para exploração dessa relação (ALMEIDA, 2013).

Para compor a estrutura de avaliação desse método, o decisor define pesos para cada critério, de modo a estabelecer um nível de importância para cada um (ALMEIDA, 2013). Pormeio desses pesos, Almeida e Costa (2002) afirmam que é possível obter o grau de sobreclassificação para cada par de alternativas (a,b).

Nesse método ocorre a exploração da relação de sobreclassificação entre as alternativas. Para isso são utilizados dois indicadores: o fluxo de sobreclassificação de saída e o fluxo de sobreclassificação de entrada. O fluxo de sobreclassificação de saída consiste no grau de intensidade de preferência de uma alternativa a sobre todas as alternativas b no conjunto A (AlMEIDA, 2011). Quanto maior for este fluxo, melhor será a alternativa. Já o fluxo de sobreclassificação de entrada é definido por Almeida (2013), como o grau deintensidade de preferência de todas as alternativas b sobre a alternativa a no conjunto A. Quanto menor for o valor desse fluxo, melhor será a alternativa.

4. ESTUDO DE CASO

Este trabalho teve sua concepção após a identificação do problema, em que se observou o interesse da empresa estudada em representar comercialmente uma fábrica de forros PVC. A empresa já trabalha com a representação de outros tipos de forro, como o de gesso acartonado, e foi identificado tanto uma demanda do mercado pelo forro PVC como uma oportunidade de agregar valor ao portfólio de produtos ofertados.

O estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa que atua no ramo de representação comercial, e ele tem o objetivo aplicar um Modelo de Apoio a Decisão fazendo uso de dados a respeito dos requisitos que as fábricas precisam possuir, obtidos através da observação das características apresentadas pelas fábricas atualmente representadas pela empresa e de entrevistas com o decisor.

Este capítulo tem o objetivo de descrever a empresa foco desse estudo e apresentar as informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho, assim como para sua compreensão. A seguir, são apresentadas e descritas as etapas para a aplicação do modelo de apoio a decisão, tal como os resultados obtidos pela aplicação desse modelo e as propostas.

4.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O perfil de clientes da empresa é majoritariamente formado por construtoras e escritórios de engenharia. Nesse perfil majoritário, identificou-se uma crescente demanda por forros de PVC e/ou produtos similares, muito por conta do seu custo-benefício. Buscando atender essa demanda, o escritório encontra-se interessado em trazer esse produto para o seu portfólio, através da representação de uma fabricante desse tipo de produto.

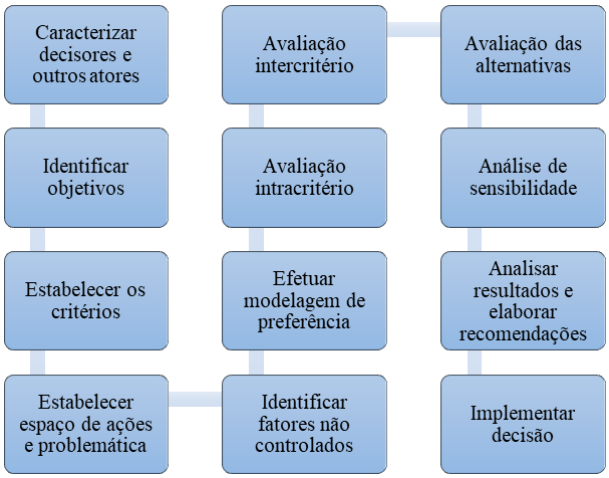
Esse processo de busca de uma nova fábrica é inteiramente feito pelo representante e ele encontra dificuldade devido à grande quantidade de empresas fabricantes nesse setor e a análise minuciosa acerca da existência de requisitos que atendam as demandas dos clientes.

A perspectiva atual é de conciliar os requisitos que o cliente exige para buscar melhor atendê-los, buscando uma alternativa que seja custo-benefício para o consumidor. A partir de informações e dados coletados acerca de fábricas de forro PVC, realizou-se este estudo em busca da melhor fábrica para atender as demandas do mercado atendido pelo escritório.

4.2. APLICAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO

Para a aplicação do modelo de decisão se utilizará de uma estrutura de 12 etapas que fora apresentada por Almeida (2013), levando-se em conta a problemática em questão identificada na empresa. A Figura 1, a seguir, representa de forma gráfica essas 12 etapas que serão aplicadas neste trabalho.

Figura 1 - Procedimento metodológico



Fonte: Adaptado de Almeida (2013)

4.2.1. ETAPA 1: CARACTERIZAR DECISORES E OUTROS ATORES

Para realizar a caracterização dos decisores e atores desse processo de seleção, analisou-se quais pessoas são influenciadas e/ou influenciam no processo de seleção de fábricas. Primeiramente, verificou-se que essa problemática corresponde a uma decisão individual, cabendo a uma pessoa estabelecer a seleção. Foi identificado que o responsável por tomar a decisão é o representante comercial.

O autor deste trabalho corresponde ao analista, que possui os conhecimentos metodológicos para construir o modelo de decisão e aplicar as etapas do método. Por ser assistente administrativo na empresa, o autor juntamente com o representante comercial corresponde também aos especialistas desse problema, uma vez que eles captam as informações e dados necessários para que se desenvolva o modelo.

Os clientes consistem nas construtoras e empresas que trabalham ou possuem setores de manutenção civil que compram com o escritório. Além dos clientes, ainda temos a terceira parte, que correspondem as pessoas que vão ser afetadas pelo processo de seleção da fábrica, sendo elas o outro assistente administrativo e o assistente de vendas.

4.2.2. ETAPA 2: IDENTIFICAR OBJETIVOS

Os objetivos do processo decisório devem estar bem claros de forma a garantir a aplicação de um modelo que forneça o resultado esperado. Na problemática da empresa, o objetivo é selecionar a fábrica de forro PVC mais adequada para ser representada comercialmente pelo escritório, que atenda da melhor forma os critérios de preço, distância, variedade e tipos de forros PVC.

Portanto, o objetivo é selecionar a fábrica que apresente forros PVC a um preço justo, que esteja perto o suficiente para atender aos clientes, possuindo uma boa variedade de produtos similares a esse tipo de forro e uma diversidade de tipos de forro PVC.

4.2.3. ETAPA 3: ESTABELECER OS CRITÉRIOS

Tendo definido o objetivo, buscou-se estabelecer os critérios que se alinhassem a ele e que fossem possíveis de serem avaliados, para isso foi realizada entrevista com o decisor. Do momento da entrevista, tinha-se em mente que os critérios deviam atender as condições de não redundância, consistência e exaustividade para que eles pudessem ter uma relação de lógica. Para esse trabalho,

definiu-se os seguintes critérios: preço, distância, variedade e tipos de forros PVC.

O preço corresponde ao preço médio do metro de forro PVC, o preço de venda para os clientes. Sendo, portanto, um critério que deve ser minimizado, uma vez que os consumidores procuram produtos a preços mais acessíveis. Dessa maneira, esse critério é avaliado de forma quantitativa e sua escala é numérica.

A distância corresponde a distância da fábrica para o local de atuação do escritório, sendo essa área de atuação consistindo no Estado do Maranhão. Esse critério possui também escala numérica e sua unidade de medida é o Quilômetro (Km).

A variedade consiste na diversidade de produtos similares e/ou relacionados ao forro PVC que a empresa fabrica. Esse critério tem sua avaliação pela quantidade de produtos relacionados ou similares ao forro PVC e deve ser maximizado, detendo uma escala numérica. O quarto critério diz respeito aos tipos de forros PVC que a empresa fabrica, sendo medido pela quantidade de tipos diferentes produzidos pela fabricante e tendo uma escala numérica, representada por meio de um conjunto discreto. É um critério que, portanto, deve ser maximizado.

4.2.4. ETAPA 4: ESTABELECER ESPAÇO DE AÇÕES E PROBLEMÁTICA

Em decorrência das alternativas de escolha deste presente estudo serem finitas equantificáveis, pode-se caracterizar a estrutura do espaço de ações como sendo formada por um conjunto discreto de ações.

A problemática em questão trata-se de um problema de escolha, tendo em vista que o decisor pretende escolher uma das alternativas disponíveis de fábricas de forro PVC. Quatro fábricas irão representar as alternativas do problema de decisão desse estudo: Fábrica A, Fábrica B, Fábrica C e Fábrica D.

4.2.5. ETAPA 5: IDENTIFICAR FATORES NÃO CONTROLADOS

Após definir os critérios e as alternativas do problema de decisão, é preciso identificar a presença de fatores que não podem ser controlados pelo decisor, isto é, de vaiáveis que se comportam como Estado da natureza. Para esse problema de decisão foi observado que não existem fatores que possuem comportamento de Estado da Natureza.

4.2.6. ETAPA 6: EFETUAR MODELAGEM DE PREFERÊNCIA

O presente estudo visa a escolha de uma única alternativa, isto é, a escolha de uma única fábrica. Em decorrência disso, o problema de decisão não pode assumir aincomparabilidade em seu modelo, ou seja, o decisor terá sempre razões claras que justifiquem qualquer tipo de preferência entre as alternativas.

Além disso, este problema é não compensatório, ou seja, um excelente desempenho no critério preço não traz uma compensação no caso de um mal desempenho no critério distância, por exemplo.

Levando-se em consideração as características apresentadas, foi escolhido o método PROMETHEE II para fazer a modelagem do problema de decisão.

4.2.7. ETAPA 7 E 8: AVALIAÇÃO INTRACRITÉRIO E INTERCRITÉRIO

Nessa etapa, juntamente com o decisor, foram definidas as importâncias relativas de cada critério, ou seja, os pesos deles, e a função de cada. O Quadro 1, abaixo, apresenta os pesos dados pelo decisor para cada critério. A escala de valores considerada é de 0 a 1, onde a soma total dos valores dos pesos é igual a 1.

Quadro 1- Pesos dos critérios

Critérios	Pesos
Distância	0,35
Tipos de Forros PVC	0,25
Variedade	0,20
Preço	0,20

Fonte: Autor (2020)

A definição dos valores de peso para cada critério é realizada de forma subjetiva, onde o decisor estabelece o peso com base na sua preferência para cada critério estabelecido para o modelo.

Os valores da distância foram considerados a partir da distância entre a localização da fábrica e a cidade de São Luís (MA), obtidos através do Google Maps. Foi possível obter o endereço das fábricas através de contato com elas. Os valores de preço para a região do Maranhão foram também obtidos por meio de contato com essas empresas. Para os valores que correspondem a variedade de produtos e tipos de forros PVC, foi possível obter os dados através de pesquisa no catálogo das empresas. A Tabela 1 a seguir corresponde a matriz de decisão com as fábricas (Fábricas A, B, C e D) e os critérios definidos previamente: preço, distância, variedade e tipos de forros PVC.

Tabela 1 - Matriz de Decisão

Alternativas	Critérios Preço por m^2	Distância (Km)	Variedade	Tipos de Forros PVC
Fábrica A	13,85	2.023 km	9	5
Fábrica B	13,40	3.318 km	7	7
Fábrica C	13,54	3.237 km	5	2
Fábrica D	13,83	1.611 km	4	2
Max/Min	Minimizar	Minimizar	Maximizar	Maximizar
Pesos	0,20	0,35	0,20	0,25

Fonte: Autor (2020)

4.2.8. ETAPA 9: AVALIAR AS ALTERNATIVAS

Nesta etapa foi realizada a avaliação das alternativas pela aplicação do método PROMETHEE II, possibilitada por meio da utilização do software Visual PROMETHEE. O software permitiu a realização computacional dos cálculos e comparações efetuadas pelo método.

Utilizando a opção PROMETHEE *Table*, o *software* nos retorna a tabela abaixo com a classificação das ações conforme a ordenação completa do PROMETHEE II.

Figura 2 - Ranking resultante

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Fabrica A	0,2000	0,6000	0,4000
2	Fabrica B	0,1667	0,5833	0,4167
3	Fabrica D	-0,0833	0,4167	0,5000
4	Fabrica C	-0,2833	0,3167	0,6000

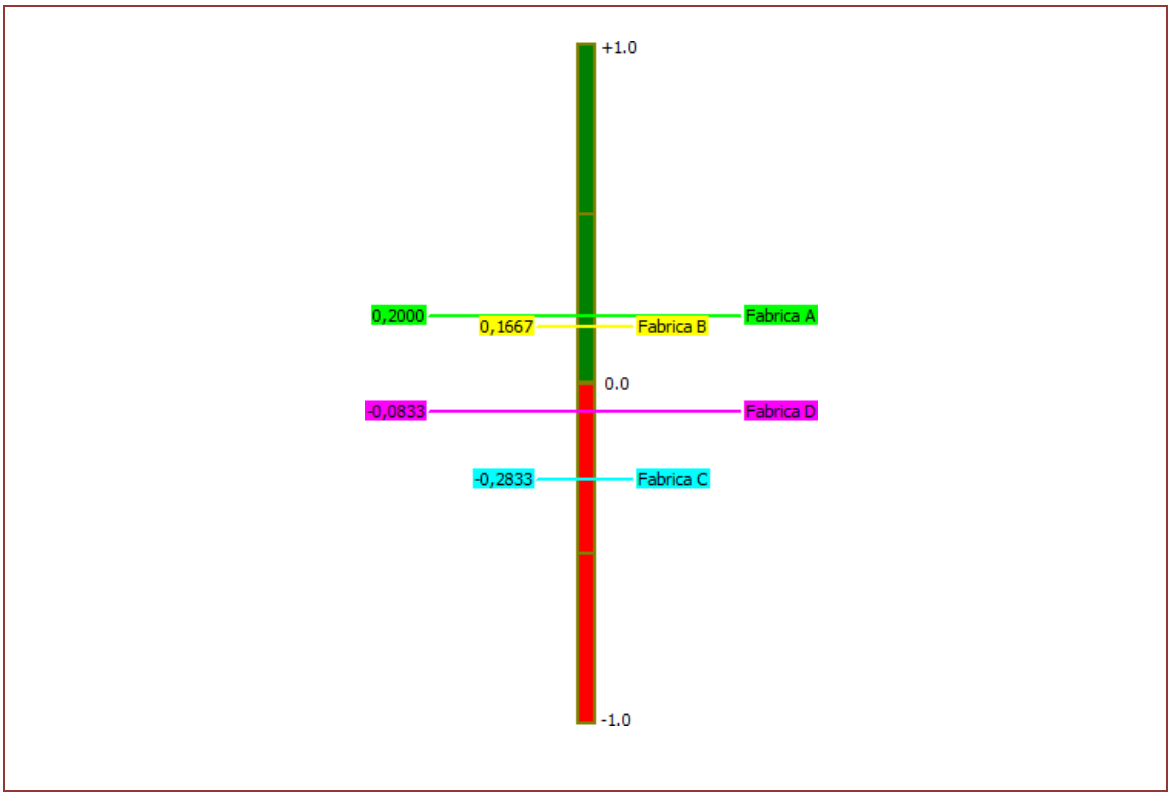
Fonte: *Visual* PROMETHEE Versão Acadêmica (2020)

Na Figura 2 podem se ver representados os fluxos de sobreclassificação de saída (Phi+), de entrada (Phi-) e líquido (Phi). O fluxo de sobreclassificação de saída representa a intensidade de preferência de uma alternativa sobre as outras e quanto maior for esse valor, melhor é a alternativa. O fluxo de entrada diz respeito a intensidade de preferência das demais alternativas em relação à alternativa que está em análise e quanto menor esse valor for, melhor é a alternativa.

Analisando o fluxo líquido (Phi), pode-se ver que a Fábrica A possui o melhor desempenho. Essa alternativa além de possuir o maior fluxo de saída (Phi+), ela apresenta o menor fluxo de entrada também (Phi-).

A Figura 3 permite observar graficamente os desempenhos das alternativas no fluxo líquido através do posicionamento no eixo. Realizado através do ranqueamento completo do PROMETHEE II, as alternativas que estão na parte verde do gráfico apresentam um fluxo líquido positivo e as que estão na parte vermelha, apresentam um fluxo líquido negativo.

Figura 3 - *Ranking* Completo do PROMETHEE II



Fonte: *Visual* PROMETHEE Versão Acadêmica (2020)

4.2.9. ETAPA 10: EFETUAR ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Finalizada a etapa anterior e com os resultados obtidos pelo *Software Visual* PROMETHEE, é necessário realizar uma etapa de avaliação dos resultados denominadaanálise de sensibilidade. Nessa etapa, ocorre uma análise através da modificação dos valores dos parâmetros de entrada e suas consequências para o resultado obtido no modelo, buscando analisar o impacto de variações dos critérios e pesos para o resultado que havia sido obtido. Através da opção *Visual Stability Intervals*, pode-se realizar essa investigação.

A seguir, na Tabela 2 observa-se os intervalos de variação para os pesos de cada critério. Para quaisquer variações dentro destes intervalos, o ranking inicial permanece inalterado.

Tabela 2 - Análise de sensibilidade dos Pesos

Critério	Peso Atual	Variação do Peso	
		Para menos	Para mais
Preço	0,20	0,0154	0,2131
Distância	0,35	0,3333	0,4222
Variedade	0,20	0,1579	0,3846
Tipos de Forros PVC	0,25	0,1176	0,2857

Fonte: Autor (2020)

4.2.10. ETAPA 11: ANALISAR RESULTADOS E ELABORAR RECOMENDAÇÕES

Na etapa da avaliação das alternativas, por meio da aplicação do método PROMETHEE II e do *ranking* completo obtido pelo *Software* Visual PROMEHTEE, pode-se estabelecer a Fábrica A como a melhor alternativa. E seguindo-a, respectivamente, segundo a ordem encontrada no *ranking*, a Fábrica B, a Fábrica D e Fábrica C.

A Fábrica A foi encontrada como melhor alternativa, mostrando-se ter excelentes desempenhos em três critérios diferentes (distância, variedade e tipos de forros). Apesar de ter tido o pior desempenho no critério preço, a baixa diferença entre os preços das fábricas e o fato de o decisor ter dado o menor peso para esse critério, diminuiu o impacto desse desempenho negativo. Aliado a isso, essa alternativa apresentou o melhor desempenho no critério variedade.

A Fábrica B também apresentou um bom desempenho nos critérios, apresentando as melhores performances nos critérios de preço e tipos de forros PVC. No entanto, essa alternativa apresentou a pior performance no critério cujo decisor definiu o maior peso, a distância.

O decisor estabeleceu como critério mais importante a distância da fábrica para a região atendida. Porém se o decisor levasse em consideração exclusivamente esse critério, ele estaria caminhando para escolher a Fábrica D, que possui os piores desempenhos nos critérios variedade e tipos de forros PVC. Logo, ela não se mostraria a melhor solução, uma vez que não ia atender a essas outras necessidades dos clientes.

A Fábrica C apresentou o maior fluxo de sobreclassificação de entrada, isto é, todas as alternativas quando comparadas a ela possuem maior preferência nos critérios.

Na análise de sensibilidade foi possível verificar que esse modelo é robusto, uma vez que apresentou apenas um critério sensível. E mesmo modificando o valor dos pesos dos critérios, o ranqueamento completo inicial obtido não sofre alterações graves, como pôde ser observado na Tabela 2.

Finalizadas a avaliação das alternativas e a análise de sensibilidade, os resultados obtidos devem ser apresentados ao decisor juntamente com recomendações elaboradas pelo analista. Todas as informações, incluindo a análise de sensibilidade, devem ser entregues ao responsável pela tomada de decisão, a fim de que o mesmo tenha tudo claro.

4.2.11. ETAPA 12: IMPLEMENTAR DECISÃO

Nessa etapa, fica a cargo do decisor a implementação do resultado encontrado no modelo que foi aplicado. Ou seja, fica ao representante comercial a decisão à respeito da escolha da fábrica mais adequada de forro PVC para ser representada pelo escritório, que atenda ao objetivo de selecionar a fábrica que apresente forros PVC a um preço justo, estando a uma distância perto o suficiente para atender aos clientes, apresentando uma boa variedade de produtos e uma diversidade de tipos de forro PVC.

5. CONCLUSÃO

Atender as demandas dos clientes sempre foi uma contínua busca das empresas,principalmente quando se trabalha com um público-alvo bem definido e que possui critérios bem exigentes. No ramo da representação comercial é muito importante gerar a fidelização dos clientes, e na busca disso as empresas que trabalham nesse ramo procuram fornecer um leque bem amplo de produtos, buscando representar empresas que fornecem produtos que melhor atendem aos requisitos de seus clientes.

Sendo assim, é imprescindível a utilização de um procedimento metodológico que traga segurança e confiabilidade para a seleção de uma empresa a ser representada comercialmente. Tendo em vista isso, viu-se a necessidade de aplicar os Métodos de Apoio à Decisão Multicritério para avaliar as distintas empresas, levando-se em conta os múltiplos critérios que estas devem atender.

O presente artigo teve como objetivo principal a aplicação de um Modelo de Apoio à Decisão para a seleção de uma fábrica de forro PVC para ser representada comercialmente por um escritório. Foi possível aplicar o modelo e posteriormente o método após revisão bibliográfica sobre os assuntos que envolvem o estudo, coleta de informações e dados acerca dos procedimentos realizados na empresa em estudo e sobre o problema de decisão. Em seguida, foram utilizadas dozes etapas para a utilização do modelo de decisão.

Nesse estudo foi aplicado o método PROMETHEE II através da utilização do *Software Visual* PROMETHEE. Avaliando quatro fábricas por meio de quatro critérios, o *software* forneceu um ranqueamento completo dessas alternativas, mostrando um resultado satisfatório, que após testagem do modelo e análise dos resultados apresentou a Fábrica A como a melhor fábrica para ser representada pelo escritório, sendo a alternativa que obteve o melhor desempenho.

Para verificar a robustez do modelo e comprovar o resultado obtido, foi realizada análise de sensibilidade através da variação dos valores dos pesos dos critérios. A análise em questão demonstrou que seriam necessárias variações muito bruscas nos pesos para que o resultado fosse alterado, confirmando o resultado obtido. Em seguida, foi então proposto ao decisor que selecione a fábrica A, ficando ao critério dele a decisão de implementação do resultado.

REFERÊNCIAS

[1] AGUDELO, Mariana Losada. Modelo multicritério para priorização de modos de falha em plantas industriais usando manutenção centrada em confiabilidade. 2017. 90 f. Tese(Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

[2] ALMEIDA, A.T. O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio à decisão. Recife, Editora Universitária UFPE, 2011.

[3] ALMEIDA, A. T. Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas, 2013.

[4] ALMEIDA, A. T; COSTA, A. P. C. S. Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação baseado no método PROMETHEE. Gestão e Produção, Recife, v. 9, n. 2, p. 201-214, ago. 2002.

[5] MANUAL do Visual PROMETHEE. VP SOLUTIONS 2013. Disponível em: <http://www.promethee-gaia.net/files/VPManual.pdf>. Acesso em: outubro/2018.

[6] ZELENY, Milan. Optimal system design with multiple criteria: de novo programming approach. Engineering Costs And Production Economics, New York, v. 10, n. 2, p. 89-94, June 1986.

Capítulo 22

Proposta de solução de emergência em Petroquímica: Um estudo de caso

André Luiz de Almeida Placência
Nivaldo Lemos Coppini

Resumo: O planejamento da parada de manutenção programada de uma petroquímica é complexo e demanda tempo, pela busca da excelência em qualidade, custo e prazo. A questão se potencializa caso a parada de manutenção seja de **emergência**, pelos transtornos e prejuízos envolvidos. Este fato, tratado neste trabalho e ocorrido anos atrás, unidades de produção de uma petroquímica foram afetadas pela explosão de uma caldeira de vapor. Dentre os sistemas danificados, as linhas de tubulação foram avariadas e tiveram que ser substituídas por novas. Por meio da aplicação do M.F.V – Mapeamento do Fluxo de Valor, este estudo de caso pretende avaliar dois momentos distintos durante a parada de manutenção de emergência: Tubulação pré-fabricada externamente à petroquímica (Estado atual) e internamente à petroquímica (Estado futuro). O objetivo geral desta pesquisa é demonstrar que teria sido mais vantajoso realizar a pré-fabricação de novas tubulações dentro da própria petroquímica ao invés de subcontratar serviços externos para fazê-la. O objetivo específico é demonstrar que foi válido utilizar a ferramenta MFV com dados ocorridos no passado para aplicação vantajosa em eventuais sinistros similares no futuro, pela avaliação dos prejuízos causados pela decisão em se pré-fabricar inicialmente as tubulações avariadas subcontratando-as externamente à petroquímica.

Palavras-Chave: Construção enxuta, MFV, tubulação pré-fabricada, manutenção de emergência.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho abordou o sinistro ocorrido em uma petroquímica, onde unidades de produção foram seriamente afetadas pela explosão de uma caldeira de geração de vapor (utilidades), quais sejam, a **Destilação** e o **Craqueamento.**

A onda de choque proporcionada e as chamas geradas avariaram boa parte das estruturas e equipamentos instalados nessas unidades, que tiveram que ser substituídos. Também as linhas de tubulação que foram danificadas tiveram que ser substituídas por novas.

Imediatamente à ocorrência do sinistro, as duas unidades foram desativadas (shutdown) e uma empresa responsável pela parada de manutenção de emergência foi criada visando o reestabelecimento das unidades e o retorno à normalidade operacional, o qual deveria ocorrer o quanto antes, face aos prejuízos ocasionados pela falta de faturamento da venda dos produtos derivados no período de reconstrução das unidades.

Neste trabalho, será tratado especificamente a pré-fabricação da nova tubulação, visando substituir a antiga que foi avariada. Deve ser considerado que as providências adotadas na ocasião do sinistro ocorreram em dois cenários bem definidos:

De 12/11/2018 a 14/12/2018 – Cenário (i)

Neste período iniciou-se a pré-fabricação da tubulação em empresas de caldeiraria, jateamento e pintura externas à petroquímica. Estas empresas foram subcontratadas pela empresa responsável pela parada de manutenção de emergência;

De 17/12/2018 a 10/01/2019 – Cenário (ii)

A tubulação passou a ser pré-fabricada internamente à petroquímica, sob a responsabilidade direta da empresa responsável pela parada de manutenção de emergência. Os trabalhos com a pré-fabricação foram realizados em galpões disponibilizados pela própria petroquímica, com jateamento e pintura realizados depois que as tubulações já se encontravam montadas em campo.

SILVA e MENEZES (2005) sugerem que um problema possa ser formulado utilizando-se de perguntas para facilitar a identificação do que se deseja pesquisar. Assim, para o presente Estudo de Caso, foi formulada a seguinte pergunta: para os dois cenários (i) e (ii) descritos acima, haveria suporte dentro da própria petroquímica que permitisse afirmar que a decisão de partir de (i) para (ii) seria adequada para redução ou eliminação de desperdício?

Com a suposição colocada como resposta plausível e provisória para o problema de pesquisa, os autores acima sugerem utilizar o conceito de **Hipótese.**

Assim, como resposta possível para o problema proposto, surge a hipótese sobre a viabilidade da aplicação da ferramenta MFV considerando que o (ESTADO ATUAL) por hipótese seria o cenário (i) e o (ESTADO FUTURO) por hipótese seria o cenário (ii). Se comprovadas estas hipóteses, que indicaria a redução ou eliminação de desperdícios de (i) para (ii), então a pré-fabricação da tubulação dentro da própria petroquímica seria apontada como a melhor solução e poderia ser aplicada para casos de acidentes similares no futuro.

O objetivo geral desta pesquisa é demonstrar que teria sido mais vantajoso realizar a pré-fabricação de novas tubulações dentro da própria petroquímica ao invés de subcontratar serviços externos para fazê-la.

Os objetivos específicos desta pesquisa são: demonstrar que foi válido utilizar a ferramenta MFV com dados ocorridos no passado na petroquímica alvo desta pesquisa, visando tirar conclusões que podem ser aplicadas com vantagem em eventuais sinistros similares que possam vir a ocorrer no futuro; utilizar os resultados da aplicação do MFV com os dados do passado para avaliar os prejuízos causados pela decisão inicialmente adotada em se pré-fabricar as tubulações avariadas pela contratação de serviços externos à petroquímica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É relevante ressaltar que a ferramenta MFV originou-se dentro da indústria de manufatura seriada, mas que se mostra muito útil no campo da construção, que pela sua característica não seriada, carece de padronização e método para execução de suas atividades. Também é relevante considerar que uma parada de manutenção de emergência é uma situação em que as unidades de produção devem recuperar suas condições operacionais urgentemente, pois, a cada "dia" perdido incide um prejuízo imenso devido ao não faturamento da venda dos derivados. Nesse sentido, a grandeza estimada dos desperdícios é motivo de alerta para que os processos de fabricação sejam iniciados da forma mais planejada e rápida possível.

Logo após a 2ª Guerra Mundial, conforme OHNO (1988), o Sistema Toyota de Produção foi concebido e iniciou-se a sua implantação. Mas foi após a 1ª crise do Petróleo de 1973, com inflação e baixas taxas de crescimento, que a Toyota sentiu de fato seus resultados, baseados na busca incessante pelo aumento da eficiência da produção e pela eliminação completa do desperdício, que se referem a todos elementos da produção que só aumentam os custos sem agregar valor. Ainda segundo OHNO (1988), o Sistema Toyota de Produção, cujo instrumento utilizado para operacionalizar seu sistema é o *kanban* (os processos de produção devem fluir tanto quanto possível, assim como a produção deve estar nivelada e o trabalho ser feito de forma padronizada), está baseado em dois pilares, fortalecidos pela sinergia de ambos:

Just-in-time: em um processo de fluxo, os componentes da fabricação chegam à linha de montagem quando são necessários e apenas na quantidade necessária. Segundo SLACK et al. (2006, p. 355 e 368), "Em seu aspecto mais básico, pode se tomar o conceito literal do *JIT* – o *JIT* significa produzir bens e serviços exatamente quando forem necessários - não antes para que não se transforme em estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar";

Autonomação: máquinas automatizadas com dispositivos de parada automática, acionadas assim que qualquer possibilidade de defeito ocorra, evitando, além da fabricação de peças não conformes, também a superprodução, considerada o pior dos desperdícios.

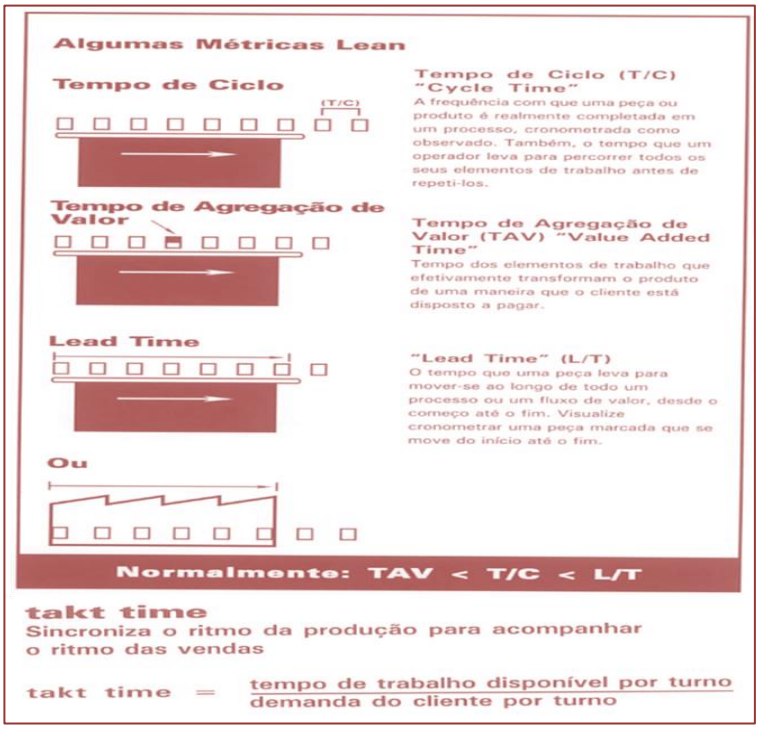
De acordo com SILVA et al. (2016), os sete desperdícios da produção identificados pela Toyota são: superprodução; movimentação desnecessária de estoque em processo; processamentos desnecessários; fabricação de produtos defeituosos; movimentos desnecessários de materiais e pessoas; tempos ociosos de trabalhadores e máquinas; excessivo estoque de matérias primas, material em processo e produtos acabados. Um oitavo desperdício foi relatado por KOSKELA (2004), e trata-se da improvisação. Considerada muito comum, a improvisação se refere a uma situação em que um trabalho não deva iniciar até que todos os itens requeridos para sua conclusão estejam disponíveis. Como itens requeridos entende-se: maquinário, ferramental, profissionais, condições externas, instrução.

WOMACK e JONES (2004) descrevem a importância da palavra *Muda*, que em japonês significa "desperdício" e a conceitua como qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor e apresenta um antídoto ao desperdício: o pensamento enxuto. Pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos (menos esforço humano, equipamento, tempo e espaço), e ao mesmo tempo, oferece aos clientes exatamente o que eles querem criando uma nova forma de trabalho ao invés de simplesmente cortar empregos em nome da eficiência.

GERMANO et al. (2017) citam que, com base nos princípios da mentalidade enxuta, originária da indústria automobilística, a qual visa eliminar desperdício, pratica a melhoria contínua e agrega valor ao produto pela perspectiva do cliente, algumas adaptações têm sido feitas para aplicar a filosofia da produção enxuta na construção. Uma delas é o uso do MFV, uma ferramenta qualitativa que descreve em detalhe como a unidade produtiva deve operar para criar um fluxo.

ROTHER e SHOOK (2012) definem o MFV como sendo uma ferramenta que utiliza papel e lápis ajudando a visualizar e compreender o fluxo de materiais e de informações na medida em que o produto segue seu fluxo de valor, desde o consumidor até o fornecedor (porta a porta). É uma representação visual que permite enxergar o valor, e principalmente, as fontes de desperdício. Deve-se iniciar pelo desenho do estado atual e desenvolver o estado futuro, ou seja, aquilo que se deseja implementar, para uma família de produtos que possuam etapas semelhantes de processamento e usa equipamentos comuns. Na análise do MFV, ROTHER e SHOOK (2012) definem algumas métricas lean, conforme mostrado na Figura 01.

Figura 01 - Algumas métricas Lean



Fonte: ROTHER e SHOOK (2012)

MOSSMAN (2018) cita que não há uma definição pacificada para o termo Construção Enxuta e que existe uma gama de visões sobre a natureza, o escopo e o significado para o termo entre autores.

De acordo com VON HEYL (2015), a Construção Enxuta é parcialmente e incorretamente aplicada, embora tenha havido evoluções para corrigir este aspecto no setor de construção, desde o início de seu uso. Cita como causa a falta de familiaridade da gerência de obras e dos trabalhadores com o tema, daí a relutância na aplicação das ferramentas enxutas. Complementa que o sucesso da aplicação requer uma abordagem holística com os participantes do projeto convencidos da ferramenta.

BROFT (2017) entende que as características conhecidas na construção são frequentemente vistas como particularidades da indústria e impedem a obtenção de fluxos tanto quanto na manufatura. A indústria da construção enfrenta dois problemas típicos, que resulta dos altos níveis de fragmentação e baixos níveis de repetição, como falta de controle e desempenho decrescente.

DANIEL et al. (2019), pontua que pesquisas tem mostrado que 57% das atividades em um projeto de construção não agregam valor, ou seja, são desperdícios, o que tem contribuído para o baixo desempenho do setor.

Conforme CHAUHAN et al (2019), uma série de estudos acadêmicos e industriais têm registrados os benefícios da pré-fabricação comparados à construção no local, mas os especialistas em projetos de construção sentem dificuldades em decidir se a pré-fabricação seria benéfica em seus projetos com circunstâncias e objetivos particulares. Pela literatura, foram reunidos os maiores fatores de impacto da pré-fabricação, que foram validados por um grupo de 20 especialistas da área de empresas de projeto e construção. A maior parte dos participantes do referido grupo indicou que o custo é o maior fator motivacional para a implementação da pré-fabricação, seguido do cronograma do projeto, desperdício, qualidade e requisitos do ambiente do entorno do local.

Segundo TELLES (2001), tubos são condutos fechados de seção circular que têm como objetivo transportar materiais de um ponto de geração ou armazenagem até o ponto de utilização ou outro propósito qualquer. Transportam todos os materiais capazes de escoar, isto é, líquidos, gases, pastas e partículas em suspensão. Estes materiais podem ser transportados para toda e qualquer faixa de variação de pressões e temperaturas usuais na indústria. Os tubos podem ser com ou sem costura. As

tubulações são classificadas segundo suas principais aplicações na indústria, ou seja, quanto ao fluido a ser conduzido e quanto aos principais materiais de fabricação usados na indústria.

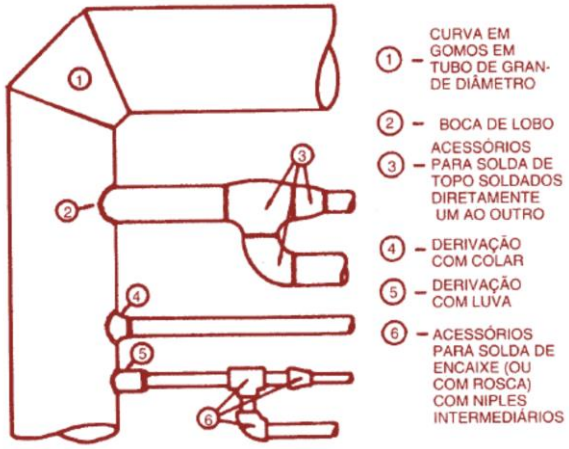
Ainda segundo TELLES (2001), os meios utilizados para conectar tubos entre si, tubos às válvulas, tubos às conexões e demais acessórios de tubulação, e tubos aos equipamentos (tanques, bombas, vasos, etc.) são ligações que podem ser rosqueadas, soldadas, flangeadas, etc. As ligações soldadas podem ser realizadas por solda de topo e ou por solda de encaixe.

É comum em montagens de tubulações industriais realizar o que se denomina de "pré-montagem de peças de tubulação", que consiste na montagem prévia de subconjuntos compostos de trechos de tubo reto e de conexões (flanges, reduções, tês, curvas, curvas em gomos, colares, derivações soldadas etc.). Cada um desses subconjuntos denomina-se "peça" (spool) (TELLES, 2001).

E complementa (p. 204), conforme é ilustrado na Figura 02.

> *Em princípio, devem ser pré-montadas peças abrangendo a maior parte possível de todo sistema de tubulações a ser montado, para simplificar o serviço global de montagem, reduzindo ao mínimo a soldagem e montagem no local da obra. A pré-montagem das peças pode ser feita em oficina própria, fora do local da montagem (pré-fabricação), ou no próprio local da montagem (fabricação no campo). A pré-fabricação é usada onde há recursos de oficinas, ou em montagens grandes, quando for econômica a instalação de uma oficina especial para esse fim. Com a pré-fabricação em oficinas obtém-se um rendimento muito melhor do trabalho e conseguem-se peças mais bem feitas e com dimensões mais exatas. No caso de montagens grandes, a pré-fabricação em oficinas permite um trabalho mais rápido, mais seguro e em condições bem mais econômicas do que a fabricação no campo, devido à não interrupção do serviço por chuva ou mau tempo e à possibilidade de fabricação em série de várias peças.*

Figura 02 - Exemplo de s*pool*



Fonte: TELLES (2001)

TELLES (2001) também pondera sobre recomendações a serem seguidas para a pré-montagem de peças de tubulação, além das soldas e dos exames não-destrutivos das mesmas: preparação do material; encurvamento de tubos; chanfros para solda; posição dos flanges; tolerâncias de pré-montagem; tubos com solda longitudinal; derivações soldadas; correção de peças defeituosas; pré-montagem com gabaritos; proteção e estocagem das peças pré-montadas.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

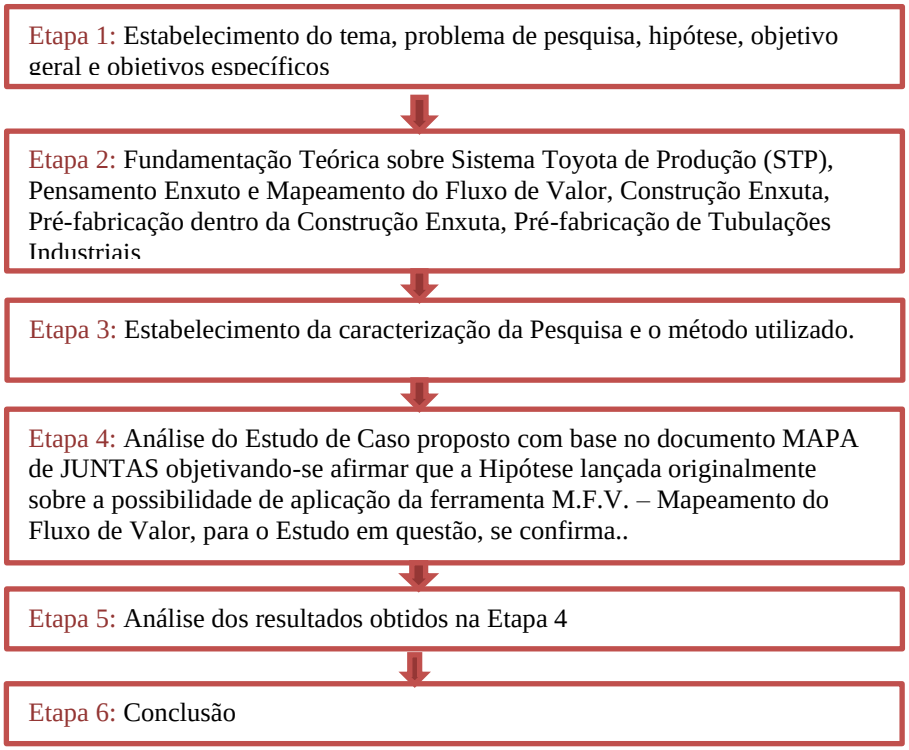
Segundo GIL (2002), com base em seus objetivos gerais, é possível classificar as pesquisas em três grandes grupos: Pesquisas Exploratórias cujo objetivo principal é o aprimoramento de ideias ou a

descoberta de intuições; Pesquisas Descritivas cujo objetivo principal é a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então, o estabelecimento de relações entre variáveis; e Pesquisas Explicativas cujo objetivo principal é identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (explica o porquê das coisas). Ainda segundo o autor, as pesquisas também podem ser classificadas com base nos procedimentos técnicos utilizados, relativo à coleta dos dados. Estão divididos em dois grupos: aqueles que se valem das chamadas fontes de "papel" (pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental) e aqueles cujos dados são fornecidos por pessoas (exemplo: pesquisa experimental, pesquisa ex-post facto, estudo de caso, pesquisa-ação etc.).

Já para SILVA e MENEZES (2005), do ponto de vista da sua natureza, as pesquisas podem ser: Pesquisa Básica que tem o objetivo de gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista, e Pesquisa Aplicada que tem o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, conclui o autor acima, as pesquisas podem ser: Pesquisa Quantitativa, que leva em conta que tudo pode ser quantificável, traduzindo em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las (necessita de técnicas estatísticas como percentagem, média, desvio-padrão, etc.), e Pesquisa Qualitativa que leva em conta que existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou seja, um vínculo indissociável que não pode ser traduzido em números.

Pelo exposto, pode-se classificar a presente pesquisa como **Exploratória**, pois visa dar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito; **Bibliográfica,** pela robusta fundamentação teórica elaborada como subsídio, mas também **Documental,** pois a base de dados considerada para análise foi o MAPA de JUNTAS elaborado pela empresa responsável pela parada de manutenção, por se tratar de fonte diversificada; **Estudo de Caso,** pelo estudo profundo e exaustivo de um objeto permitindo seu amplo conhecimento; **Aplicada,** pois gera conhecimento para aplicação prática dirigido à solução de problema específico envolvendo interesse local; **Quantitativa**, pois baseia-se no uso de recursos estatísticos para análise dos dados coletados. No Fluxograma 01 são mostradas as etapas de realização da pesquisa proposta.

Fluxograma 01 - Etapas de realização da pesquisa proposta



Fonte: AUTOR (2021)

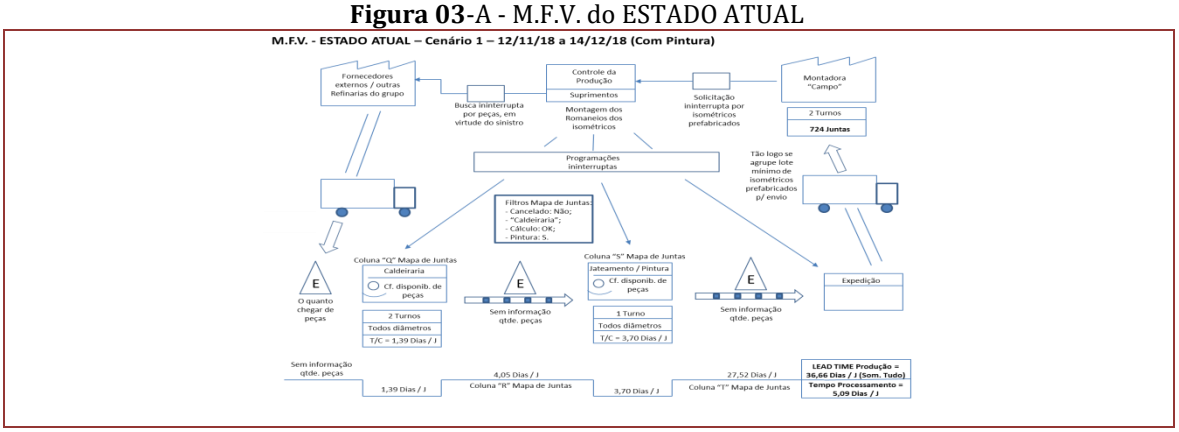
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um imenso contingente de apoio interno à petroquímica, foi mobilizado exclusivamente para atuação na parada de manutenção de emergência. Também, foi possível contar com o apoio de integrantes externos, advindos de outras petroquímicas do mesmo grupo, para fiscalização e gerenciamento dos trabalhos.

Para o controle das fases de pré-fabricação dos isométricos (desenhos feitos em perspectiva isométrica, sem escala, de uma tubulação ou de um grupo delas), em substituição às linhas avariadas, a empresa responsável pela parada de manutenção de emergência elaborou o documento chamado de Mapa de Juntas, baseado em Norma Petrobras e visando garantir a rastreabilidade do processo. Tal documento é padrão dentro da indústria petroquímica para esse tipo de atividade e compõe o *Data Book* (conjunto de documentos de projetos gerados no desenvolvimento do contrato de manutenção) que é entregue ao final dos trabalhos pela empresa responsável pela parada à petroquímica. O Mapa de Juntas apresenta o registro de todos os trabalhos realizados, com datas de realização das atividades, os profissionais da equipe responsáveis e os relatórios gerados, desde a pré-fabricação dos isométricos em *pipe shop (*instalação metalúrgica para pré-fabricação de tubulações. Nestas oficinas, são cortados, acoplados e soldados tubos metálicos nas conexões e componentes com objetivo de otimizar a montagem das tubulações em campo, minimizando seu tempo de execução) até a montagem final em campo, com detalhe da linha isométrica, *spool* e número da junta soldada, além de todos os controles de qualidade associados. Desta forma, o Mapa de Juntas é o documento que traz a "memória viva" sobre o que ocorreu durante a reconstrução do sinistro relativo à pré-fabricação da nova tubulação.

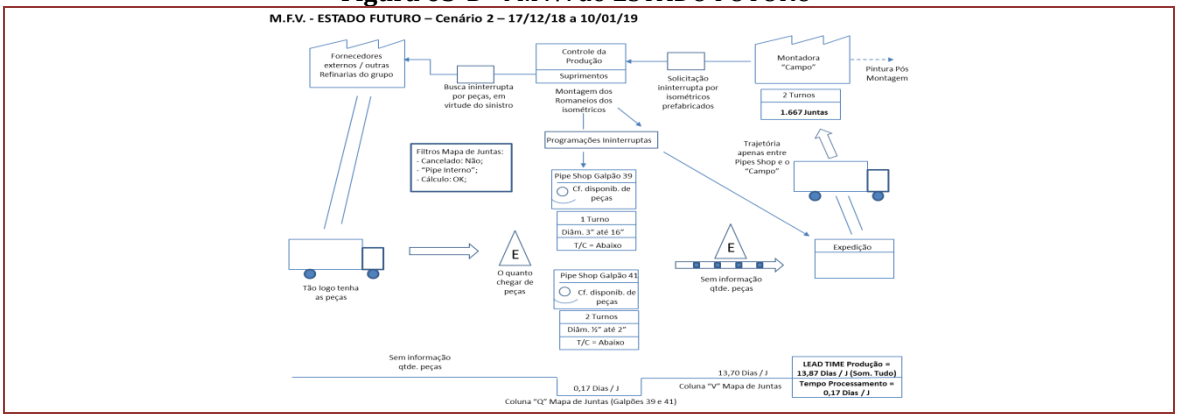
Vislumbrou-se, portanto, pela riqueza de informações que esse documento apresenta, utilizá-lo no presente Estudo de Caso. Desta forma, o Estado Atual e Estado Futuro do MFV foram construídos com dados do passado ocorridos na ocasião do sinistro, baseados na fundamentação teórica que justifica o seu conceito, com os dados retirados do Mapa de Juntas, conforme estão mostrados nas Figuras 03-A e 03-B.

Figura 03-A - M.F.V. do ESTADO ATUAL



Fonte: AUTOR (2021)

Figura 03-B - M.F.V. do ESTADO FUTURO



Fonte: AUTOR (2021)

Foi possível a aplicação da ferramenta M.F.V. para processos de produção não seriados, inclusive *à posteriori* ao ocorrido, como mostra o Estudo de Caso em questão. Embora, por conceito, o ideal seja sua aplicação no momento da ocorrência do ESTADO ATUAL de um processo produtivo, para que possa ser desenhado o ESTADO FUTURO visando a mitigação/eliminação dos desperdícios.

Observou-se que, em caso de recorrência de sinistro similar ao ocorrido, resta claro as vantagens em se pré-fabricar isométricos de tubulação internamente à petroquímica, conforme as métricas enxutas calculadas demonstraram:

[1] Redução do **tempo de ciclo** de Pré-fabricação Mecânica da ordem de 88%;

[2] Redução dos **tempos que não agregam valor** da ordem de 57%;

[3] Redução do **lead time** da ordem de 62%.

Foi possível identificar causas para a redução dos desperdícios de um ESTADO para outro, à luz do pensamento enxuto, a saber:

a) Pré-fabricação internamente à petroquímica propiciou maior controle do processo produtivo pela proximidade das equipes tanto da empresa responsável pela parada quanto dos profissionais da petroquímica que fiscalizavam as atividades;

b) Diminuição do tempo de transferência/transporte dos isométricos entre empresas subcontratadas e a petroquímica, com redução do tempo de espera para que cada junta soldada fosse executada;

c) Pré-fabricação não mais em um único fabricante (caldeiraria) e sim em 02 galpões "*pipe shops*" internamente à petroquímica, distribuídos por famílias de diâmetros de solda menores (galpão B: Peças de ½" até 2") e maiores (galpão A: Peças de 3" até 16"), facilitando a organização das células de fabricação pelas geometrias dos isométricos, e mobilizando soldadores e caldeireiros especializados para cada geometria;

d) Transferência do jateamento e pintura dos isométricos posteriormente à realização dos testes hidrostáticos das linhas, já montadas em campo. Transformou-se com isso uma atividade **em série** em uma atividade **em paralelo**, eliminando desperdício de tempo.

5. CONCLUSÃO

O presente Estudo de Caso permite chegar às seguintes conclusões:

[1] Foi possível a aplicação do MFV para produção não seriada;

[2] Foi possível a construção do MFV utilizando-se de dados do passado;

[3] Foi possível a redução do tempo de ciclo, dos tempos que não agregam valor e do lead time, do cenário inicial para o final;

[4] Foi possível reduzir desperdícios baseados nas seguintes causas: pré-fabricação internamente à petroquímica com maior controle do processo produtivo; diminuição do tempo de transferência/transporte dos isométricos; pré-fabricação em 02 *pipe shops* internamente à petroquímica com melhor organização da fabricação e maior especialização dos profissionais executores; transferência do jateamento e pintura dos isométricos posteriormente à montagem das linhas em campo.

REFERÊNCIAS

[1] BROFT, R., D., Exploring the application of lean principles to a construction supply chain. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 25), Heraklion, 2017. disponível em www.iglc.net – acesso em 15/07/2020.

[2] CHAUHAN, K., et al., Deciding between prefabrication and on-site construction: a choosing-by-advantage approach. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 27), Dubin, 2019. disponível em www.iglc.net – acesso em 15/07/2020.

[3] DANIEL, E., I., et al., Improving construction management practice in the Gibraltar construction industry. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 27), Dubin, 2019. disponível em www.iglc.net – acesso em 15/07/2020.

[4] GERMANO, A. V. C. et al., Value Stream Mapping: case study in columns concreting. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 25), Heraklion, 2017. disponível em www.iglc.net – acesso em 15/07/2020.

[5] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 175p.

[6] HEYL, J. v., Lean simulation in road construction: teaching of basic lean principles. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 23), Perth, 2015. disponível em www.iglc.net – acesso em 15/07/2020.

[7] KOSKELA, Lauri. Making-do: the eight category of waste. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 12), Helsingor, 2004. disponível em www.iglc.net – acesso em 15/07/2020.

[8] MOSSMAN, Alan. What is lean construction: another look. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 26), Chennai, 2018. disponível em www.iglc.net – acesso em 15/07/2020.

[9] OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre. Ed. Bookman, 1988.

[10] ROTHER, Mike; SHOOK, John. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

[11] SILVA, V. N. et al. Análise das perdas produtivas segundo os sete desperdícios de Taiichi Ohno: um estudo de caso. Anais. João Pessoa: ABEPRO, 2016.

[12] SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4ª Ed. 2005, 138p., UFSC, Florianópolis, 2005.

[13] SLACK, N. et al. Administração da Produção. 1ª Ed. São Paulo: Atlas, 2006.

[14] TELLES, P.C.S. Tubulações industriais – materiais, projeto, montagem. 10a. edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2001.

[15] WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. A Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 11a Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

Capítulo 23

Collaborator Experience como estratégia de soluções gerenciais aplicado em um grupo de estudos e pesquisas científicas

Andrei Bonamigo
Douglas Marques Lelis
Lucas Ferreira Mendes
Ana Carolina Custódio Lopes
Jossiane Gonçalves do Nascimento

Resumo: A gestão estratégica quando adotada em grupos de pesquisas universitários, têm permitido a melhoria contínua e a gerar benefícios aos seus membros sobre o viés científico centrado no ensino, pesquisa e extensão. Por outro lado, adotar meios para transpor os entraves e desperdícios é uma tarefa constante no processo de melhoria contínua desses grupos. Diante do exposto, o presente estudo tem o intuito apresentar uma alternativa de gestão para mitigar a alta rotatividade em grupos de pesquisa, com base na motivação dos seus colaboradores baseado na abordagem Collaborator Experience. Para atingir esse objetivo, primeiramente foi conduzida uma pesquisa bibliográfica com base em material teórico pertinente, em seguida realizado um grupo focal para diagnosticar os entraves sob a ótica dos alunos de iniciação científica (IC's) e expectativas dos pesquisadores, buscando obter suas possíveis soluções para a melhoria da experiência dos colaboradores no ambiente de pesquisa científica. Baseado no estudo, foi possível reconhecer um conjunto de direcionadores para a melhoria contínua, evidenciado que a principal causa da rotatividade dos membros está atrelada a falta de motivação, comunicação, experiência científica e gestão do tempo. Além disto, o estudo contribuiu para prestar suporte na tomada de decisão do coordenador do grupo estudado, bem como dos pesquisadores envolvidos na orientação de IC's .

Palavras-chave: *Collaborator Experience*, Gestão, Engenharia Organizacional, Grupos de Estudos.

1. INTRODUÇÃO

A produção acadêmica é de suma importância para o desenvolvimento da sociedade (DROESCHER; SILVA, 2014). Em prol dessa evolução, pesquisadores e estudantes se unem por meio de grupos de pesquisa para produzir conhecimento (MACULAN e FURTADO, 2000), de modo a compartilhar suas habilidades e competências por meio de processos de produção de trabalhos científicos (ROSSIT; SANTOS JUNIOR; MEDEIROS; MEDEIROS *et al.*, 2018).

No cenário externo do ambiente acadêmico (Governo), em razão da estratégia de avaliação por meio da mensuração quantitativa de pesquisas, há uma forte exigência por produtividade dos pesquisadores que podem gerar estresse e sofrimento. Dessa forma, por mais que a análise quantitativa de produção científica apresenta ser de fácil operacionalização, por outro lado, não deve nos limitar em relação às suas claras restrições da percepção de qualidade e satisfação daqueles que desenvolvem esses trabalhos acadêmicos (LUIZ, 2006).

Deste modo, pesquisadores e orientadores criam expectativas e buscam elevar a performance dos seus membros que realizam iniciação científica. Por outro lado, dentro dos grupos de estudos e pesquisas, o membro se propõe a cumprir um ciclo, e uma vez que ele se desliga antes do tempo previsto, o índice de rotatividade aumenta. Dessa maneira, os orientadores podem sofrer com problemas como a perda de talentos, desperdício de conhecimento, retrabalho, sobrecarga, descontinuidade antecipada de projetos, conflito entre membros, dentre outros (LIMA; AMARAL; PRODUÇÃO, 2008; RENAUX; DO ROCIO STRAUHS; DE ABREU; BECKER, 2001), que impactam na produtividade e desempenho dos grupos de pesquisa.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo apresentar uma alternativa de gestão "*Collaborator Experience*" para mitigar a elevada rotatividade dos membros em um grupo de pesquisa científica. Para atingir isso, foi realizada uma análise da experiência dos membros para detalhar as causas da alta rotatividade dentro do grupo. A partir dos resultados obtidos, pode-se obter as dores dos membros de iniciação científica e as expectativas dos orientadores. Por fim, foram apresentadas possíveis soluções de melhoria da experiência dos colaboradores com base na sua interseção com a expectativa de entrega de seus orientadores.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Caplan (2014), as organizações possuem três principais objetivos: inovação, conhecimento e engajamento. Em um ambiente acadêmico, sobretudo em grupos de pesquisa, é notório que os dois primeiros são amplamente alcançados em razão da natureza da pesquisa científica.

Por outro lado, para que se possa manter o engajamento dos colaboradores na esfera da educação, o capital humano é o fator determinante na geração de conhecimento (VIANA; LIMA, 2010). A disputa entre organizações por talentos e mentes brilhantes nunca foi tão intensa em um mundo cada vez mais competitivo (LEONARDO, 2002). Assim, para a retenção de colaboradores é preciso criar um ambiente onde eles queiram estar, pois colaboradores que se sentem satisfeitos com o seu ambiente de convívio, irão ser mais motivados e engajados com os objetivos de seu trabalho (PLASKOFF, 2017).

De acordo com Júnior (2007), é desejável que os colaboradores estejam motivados para terem um bom desempenho e possam contribuir com os objetivos organizacionais, pois isso determinará a quantidade, a direção e a persistência de esforço dedicado (SCHERMERHORN JR; HUNT; OSBORN, 2009). Assim, faz-se necessário a adoção de métodos gerenciais de engajamento para alcançar melhores resultados.

Já para o contexto de um Grupo de Estudos e Pesquisas, foi realizado pelos autores deste presente trabalho um adaptação entre a expressão: Experiência do Empregado *(Employee Experience)*, com a expressão: Experiência dos Colaboradores *(Collaborator Experience)*, uma vez que os membros de iniciação científica não possuem uma relação trabalhista.

Atrelado a isso, o estudo da experiência do colaborador, mostra-se de fundamental importância para a melhoria dos problemas devido à falta de engajamento, o que impacta no aumento da rotatividade de colaboradores e baixa produtividade acadêmica dentro do grupo. De acordo com Plaskoff (2017), sob a percepção dos colaboradores de forma holística, possibilita uma transformação do gerenciamento do capital humano para um processo estratégico de gestão que solucione este problema.

Portanto, a experiência do colaborador possibilita uma compreensão profunda dos indivíduos Plaskoff (2017), para proporcionar maneiras de satisfazer as necessidades dos mesmos de forma ágil, de modo a testar novas ideias continuamente (TUCKER, 2020).

3. MÉTODO

O presente estudo objetiva apresentar uma alternativa de gestão para mitigar a alta rotatividade em grupos de pesquisa com base na motivação dos seus colaboradores baseado na abordagem *Collaborator Experience*. Para atingir esse objetivo foi conduzido um estudo de caso baseado em YIN (2015), em um Grupo de Estudos e Pesquisas, onde foram encontrados problemas relacionados à alta rotatividade, perda de talentos, conflitos entre os membros e baixa produtividade.

Esses controles mencionados, foram apresentados por meio de indicadores advindos do setor de gestão da qualidade, denominado Estabilidade básica, área responsável por medir e acompanhar o índice de rotatividade do grupo de pesquisa estudado. Além disso, o grupo é organizado em outras 4 áreas de gestão, sendo elas: Marketing, Extensão, Pesquisa científica e Desenvolvimento de membros. No qual garante o controle de atividades, delimitação de tarefas e funções dentro do grupo de pesquisa.

Para Cervo; Bervian e Silva (2006), a busca exploratória é utilizada como forma de auxílio na formulação de hipóteses, com isso foram selecionados trabalhos da literatura que mais se adequaram ao escopo da pesquisa. A partir da leitura dos artigos advindos da busca exploratória a ferramenta *Employee Experience* foi adotada como forma de melhorar os indicadores do grupo. Nessa ótica, *Collaboration Experience* é a interseção das expectativas, necessidades e desejos dos Colaboradores e as expectativas, necessidades e desejos do planejamento organizacional (MORGAN, 2017).

Para a condução do teste, os integrantes do Grupo de pesquisa foram divididos em dois grupos, sendo um com os membros que fazem iniciação científica e o outro com os pesquisadores que fazem parte da gestão do grupo de pesquisa.

Para a coleta de dados, foi utilizado o método do Grupo Focal (*Focus Group*), conforme Morgan (1996), a fim de confrontar o histórico de indicadores com a satisfação dos Pesquisadores/Orientadores e Alunos de Iniciação Científica onde estes foram denominados pela presente pesquisa como colaboradores.

A partir da leitura dos artigos advindos da busca exploratória, foram elaboradas 12 perguntas abertas semiestruturadas para coletar as dores dos IC 's, suas experiências no grupo e possíveis soluções. Sendo esse realizado por meio de uma videoconferência, com a presença de 8 participantes, a qual teve duração de 2 horas e 42 minutos. Já o grupo focal com os pesquisadores do grupo, teve como base 15 perguntas abertas semiestruturadas para coletar suas dores e possíveis soluções para as mesmas, e também foi realizado por meio de uma videoconferência, contando com a presença de 3 participantes, com duração de 1 hora e 37 minutos.

Com a permissão dos participantes, a entrevista foi gravada para a análise de conteúdo de acordo com Bardin (2011). Durante esse processo, foi realizada a completa transcrição da gravação do grupo focal e posteriormente realizada a análise de contexto. Baseado em Bardin (2011), as categorias de análise foram definidas *a posteriori* de acordo com o conteúdo relacionado sendo apresentadas na Tabela 2 de acordo com os IC 's, e Tabela 4 de acordo com os pesquisadores/orientadores.

4. RESULTADOS

A partir do questionário disposto no apêndice 1 do primeiro grupo focal, que foi com os ic's (membros de iniciação científica) de diferentes áreas de gestão do grupo de estudos e pesquisas. conforme o quadro 1, foi possível reconhecer 5 categorias de análises por meio das unidades de contexto que foram levantadas durante a condução do grupo focal com o ic's no quadro 2.

Quadro 1: Perfil dos IC's participantes de acordo com a área de gestão

IC	Área de gestão no grupo
E1	Desenvolvimento de Membros
E2	Desenvolvimento de Membros
E3	Estabilidade Básica
E4	Estabilidade Básica
E5	Extensão
E6	Extensão
E7	Marketing
E8	Produção Científica

Fonte(s): Autores

Quadro 2: Respostas do grupo focal com os IC's.

Categoria de Análise	Unidade de contexto
Motivação	"Acredito que os membros saiam devido à pressão por resultado, o membro não aguenta a pressão." (E4)
	"Falta um programa personalizado, para elevar o nível de aprendizagem por meio da afinidade com o tema estudado." (E3)
	" Falta motivação pois não há alinhamento entre objetivos pessoais, linhas e áreas de gestão." (E5)
	"A falta oportunidade de falar com os orientadores e ser ouvidos de verdade/ ter clareza com o aprendizado e no que estamos fazendo de verdade, causa desmotivação". (E2)
Gestão do tempo	"Participação dos outros membros na realização das atividades da área de gestão demanda muito tempo, esforço e o tempo não é contabilizado. Se tivesse remuneração ou conseguisse investidor anjo que possibilitaria uma remuneração. Se pudéssemos tirar férias. Achei que teria mais tempo e que teria um foco maior com o mercado aplicação" (E4)
	" Entregas ou pedidos acima de horário, sentir-se silenciado e com uma carga horária pesada. Sinto que não tenho tempo para entregar os resultados, e com isso vem um sentimento de incapacidade e improdutividade"(E3)
	"Falta de tempo. E7"
	"Mobilizar Bolsa para conseguir treinamento, há um excesso de atividade e os membros poderiam tirar férias" (E1)
	"Excesso de etapas administrativas, burocráticas de preenchimento que aumentam o cansaço e centralizam o registro de atividades, e tirar férias."(E5)
	"Excesso de reuniões extras e tempo de reunião. Tempo de férias."(E6)
	"Mudaria a necessidade de escrever artigo, poder escolher onde quer participar da área de gestão ou Linha de pesquisa. Tempo de férias" (E2)
	"Cumprimento dos prazos das macros entregas, a demanda de tempo que precisa dedicar ao Grupo de Estudos, imaginei que não demandaria tanto tempo pessoal e imaginei que apenas realizaria pesquisas, pois não conhecia as áreas de gestão" (E8)
	" A experiência prática é mais uma atividade que demanda tempo e esforço."(E3)

Quadro 2: Respostas do grupo focal com os IC's. (continuação)

Categoria de Análise	Unidade de contexto
Comunicação	"Relação do colega de equipe e lidar com rotina e personalidades diferentes é difícil. Falta de clareza na orientação dos pesquisadores para atingir os objetivos. Há dificuldade de expressar as dificuldades com o tempo. Não tenho liberdade para falar com os pesquisadores. Poderíamos ter uma forma de um feedback melhor do que é feito no momento." (E4)
	"Trabalho em equipe é difícil, mas escrever o trabalho em parte de forma individual perde o alinhamento. Há falta de alinhamento e de clareza na orientação dos pesquisadores. Não há clareza da relação da área de gestão com a pesquisa." (E3)
	" Trabalhar em grupo pode atrasar a entrega. Existe falta de engajamento dos outros membros do grupo na participação das atividades."(E7)
	"Seria bom ter uma formalização melhor de um feedback com estrutura."(E1)
	" Quando entrei no Grupo de Estudos, imaginava que iria ampliar o networking com mais pesquisadores e outros grupos de pesquisas. Há falta de conexão com outros grupos de pesquisa e Empresas Juniores, e também conflito de relacionamentos."(E5)
	"Não dizem o que exatamente temos que fazer na pesquisa, falta alinhamento dos objetivos." (E2)
	"Achei que teria um networking maior." (E1)
Inteligência Emocional	Medo de errar. Sentimento de culpa por improdutividade / A falta de aplicabilidade do conhecimento obtido no Grupo de Estudos no setor de atuação. Ouvir e buscar melhorar a experiência do que o IC tem a dizer / Ter mais flexibilidade dentro das possibilidades do Grupo de Estudos. (E4)
	"Precisa acontecer algo negativamente grande para que ocorra para ser ouvido, sentimento de incapacidade e improdutividade quando não entrega as atividades. Precisa mudar a experiência que se tem do Grupo de Estudos de ambiente de cobrança e produtividade com uma experiência de personalidade de acordo com os objetivos pessoais, possibilidade de férias, ter empatia, treinamento, saber escutar, e estar aberto a opiniões, transmitir confiança, motivar melhor os IC's, e treinamento de comunicação assertiva." (E3)
	"Se sente pressionada para escrever, sente liberdade para falar quando precisa, e tem medo de cobrança e da insegurança pessoal." (E7)
	" Tem medo de não estar produzido da forma correta ou de não entregar um bom trabalho" (E2)
	"O desgaste emocional e a demanda de tempo que precisa dedicar ao Grupo de Estudos." (E8)
	"Dificuldade de priorizar as atividades de interesse". (E3)
	"Mais empatia por parte dos pesquisados." (E1)
	"A pesquisa deveria estar alinhada com o que você quer fazer." (E5)

Quadro 2: Respostas do grupo focal com os IC's. (continuação)

Categoria de Análise	Unidade de contexto
Conhecimento	"Não tive o suporte que outros membros tiveram quando entrei. Senti falta de experiência prática sobre a pesquisa. Achei que desenvolveria algo mais tecnológico do que empírico, na pesquisa, e também algo mais aplicado que teria mais contato com o mercado. Falta treinamento para desenvolvimento de liderança." (E1)
	"Achei que teria uma pesquisa mais voltada para o desenvolvimento de serviços voltado a tecnologias. Ter certificação do que foi produzido além do certificado de IC."(E6)
	"Poderia elevar o nível de aprendizagem, por meio da afinidade com o tema estudado." (E3)
	" Sinto falta de treinamento de gerenciamento de projetos e aplicabilidade do teórico estudado no Grupo de Estudos."(E5)

Fonte: os autores

No Apêndice 2 é apresentado as perguntas do segundo grupo focal, com os pesquisadores-orientadores das áreas de gestão do Grupo de Estudos e Pesquisas, mostrado no Quadro 3. As percepções advindas dos Pesquisadores-Orientadores são apresentadas no Quadro 4. Dessa maneira, foi-se possível obter os elementos basilares para auxiliar na busca das interseções das unidades de contexto em comum entre os membros.

Quadro 3: Perfil dos Pesquisadores-Orientadores participantes de acordo com a área de gestão

Pesquisador	Área de orientação na gestão no grupo
P1	Desenvolvimento de Membros
P2	Marketing e Estabilidade Básica
P3	Extensão e Produção Científica

Fonte: os autores

Quadro 4: Análise de conteúdo dos Pesquisadores-Orientadores.

Categoria de Análise	Unidade de contexto
Motivação	"Acredito que uma falha seja falta de alinhamento do perfil do membro com o grupo. Alguns IC's também estavam atirando para todos os lados, sem ter certeza do que realmente queria e isso levava a um desgaste de energia pois não via valor em fazer aquelas atividades." (P3)
	"A cultura organizacional do Grupo de Estudos é divergente daqueles que estamos selecionando." (P2)
	"Pode haver uma alteração da perspectiva quando se está no Grupo de Estudos de não gostar de fazer iniciação científica. Falta alinhamento de características daqueles que querem ingressar na iniciação com os objetivos do Grupo de Estudo e isso é difícil de selecionar IC's com o perfil durante a entrevista." (P1)
	"Mudaria a cultura do grupo no entendimento dos deveres e responsabilidades" (P2)
	"Falta comprometimento e deveres com as entregas por parte dos IC's" (P1)
	"Às vezes o IC está em uma área de gestão ou linha, mas gostaria de estar em outra" (P3)
	"Falta visão e altruísmo de grupo" (P2)
	"Falta os IC's perceberem valor nas atividades." (P1)
	"Falta comprometimento, interesse e iniciativa dos IC's." (P1)
	"Falta responsabilidade e mentalidade coletiva." (P2)
	"Falta percepção de valor da experiência na iniciação científica." (P3)
	"Falta sentimento de pertencimento do IC no grupo e percepção de valor da experiência na iniciação científica e do próprio desenvolvimento." (P1)
	"O principal fator que impacta na motivação é o comportamento dos colegas." (P2)
	"Falta alinhar a motivação do IC com a missão e valores do Grupo de Estudos." (P3)
	"Falta uma preocupação maior com a carreira do membro." (P2)
	"Falta mostrar para o membro as oportunidades que ele tem de pertencer ao Grupos de Estudo." (P2)
	"Falta os pesquisadores estarem presentes na vida dos IC's e ajudar os IC's a criarem uma rotina" (P2)
	"Os IC's precisam ter mais responsabilidade." (P2)
Gestão do tempo	"Falta dedicação e disponibilidade de tempo" (P1)
	"Falta de prática" (P2)
	"Falta de prática. Há síndrome do estudante, procrastinação e dificuldade do IC de estabelecer prioridade" (P3)
	"Deveria reduzir o número de reuniões, duração e burocracia" (P1)
	"Gestão de tempo dos IC's é ruim" (P1)
	"Não existe sobrecarga em ambiente de responsabilidade, e fazemos gestão por responsabilidade." (P2)
	"Falta de gestão do tempo dos IC's" (P3)

Quadro 4: Análise de conteúdo dos Pesquisadores-Orientadores (continuação)

Categoria de Análise	Unidade de contexto
Comunicação	"Falta ponderar e valorizar o trabalho das áreas de gestão, pois aparentemente umas áreas de gestão fazem mais atividade do que outras." (P1)
	"Falta uma integração entre as áreas de gestão " (P2)
	"Falta de visibilidade do que é feito entre as áreas de gestão " (P2)
	"Falta de padronização de trabalho." (P2)
	"Seria bom tentar mensurar o trabalho para saber o que cada área de gestão está fazendo" (P1)
	"Falta integração entre as áreas de gestão " (P3)
	"Falta deixar claro o perfil do Grupo de Estudos para que fique claro durante a entrevista do processo seletivo ao entrevistado." (P2)
	"Sinto dificuldade de mudar a cultura do grupo por causa da distância" (P1)
	"Falta uma automação dos indicadores da área de gestão de Estabilidade Básica para utilizar em prol do grupo" (P1)
	"Dificuldade de mensurar alterações dos IC's em linhas de pesquisa e áreas de gestão como impactam na distribuição do trabalho." (P1)
	"Alguns IC's são tímidos ou tem pouca iniciativa e envolvimento para buscar conhecimento" (P3)
	"Os IC's têm medo de expor o problema, com isso falta de clareza e transparência em expor o problema com os pesquisadores" (P3)
Inteligência Emocional	"Sou um bom ouvinte. Pontualmente dou uma filtrada" (P3)
	"Sim sou um bom ouvinte" (P1)
	"Sim sou um bom ouvinte" (P2)
	"Precisamos ser sensíveis à questão humanitária, porém precisamos ficar atentos para que isso não seja um escudo para desviar-se das responsabilidades" (P3)
	"No contexto de pandemia precisamos saber a melhor forma de abordar as exigências" (P3)
	"Sair do grupo de maneira inesperada." (P3)
Conhecimento	"Falta de sincronia na entrega das áreas de gestão" (P3)
	"Os IC's possuem inexperiência de trabalho na área de pesquisa." (P2)
	"Precisamos realizar uma melhoria contínua" (P3)

Fonte: os autores

5. DISCUSSÕES

Uma vez conduzido os dois grupos focais, foi observado alguns pontos de interseção entre eles. Assim, foi possível discutir os achados do grupo focal, os quais são convergentes aos achados advindos da literatura.

Os entrevistados E5, E3, E2, P1, P2 e P3 apresentam que há falta de alinhamento entre os membros do grupo, tanto de acordo com o membro em relação a cultura organizacional quanto aos objetivos e entregas a serem realizadas. Portanto, sugerem que seja feito um alinhamento pessoal de cada IC junto às atividades desenvolvidas por eles no grupo. Também apontam que seja feito um alinhamento cultural desde o processo de seleção de novos membros, a fim de que quando um novo membro venha a fazer parte do grupo, o mesmo já esteja alinhado com a cultura organizacional. Para Da Silva, De Albuquerque e Costa (2009), as empresas brasileiras vêm cada vez mais buscando alinhamentos estratégicos entre a cultura organizacional e as estratégias de gestão de pessoas, para aumentar os índices de desempenho das organizações.

Os entrevistados E4, E7, E2, E3 e P3 mencionam as dificuldades dos membros em expressar pontos de dificuldade, por medo de não corresponder às expectativas de entrega do pesquisador, e isso acaba gerando uma cobrança, pressão e insegurança pessoal. Os IC's apresentam o desejo de terem feedbacks mais consistentes, alinhados ao seu plano de desenvolvimento individual. Os colaboradores são voluntários no Grupo de Estudos e Pesquisas e Para Mascarenhas, Zambaldi e Varela (2013), uma das principais motivações pessoais de ser voluntário empresarial é a oportunidade de crescimento pessoal, a fim de adquirir aprendizados e desenvolver novas visões. Stoner e Freeman (1985), mencionam que *feedbacks* são essenciais para que os colaboradores entendam como está o seu desempenho e também para aumentar a motivação e o engajamento dos mesmos.

Sob a ótica dos entrevistados E3, E1, P2 e P3 identificam como obstáculo a falta de experiência científica por parte dos IC's, pois impacta no tempo gasto para o desenvolvimento das atividades, bem como na motivação. Sugerem que haja mais interação e proatividade entre os membros durante o desenvolvimento das mesmas, para que se tenha maiores níveis de compartilhamento de conhecimento e comunicação dentro do grupo. A comunicação científica é apresentada por Leite (2007), como fator importante para a gestão do conhecimento científico nas universidades. Para Alves e Souza (2015), a qualidade da comunicação advém de alguns pontos, sendo alguns deles: prioridade à comunicação, abertura da alta direção, foco em aprendizagem e divulgação das ações da organização de forma transparente.

Baseado nas respostas de E7, E6, E5, P1 e P3 ambos se sentem sobrecarregados devido a diversas atividades e etapas burocráticas a serem realizadas. Também apresentam que não conseguem estabelecer prioridades, visto que todas são consideradas essenciais pela gestão do grupo. Os colaboradores, acreditam que seria importante trabalhar a otimização do tempo por meio de treinamentos e ferramentas de gestão do tempo, e também possuir mais clareza referente ao tempo demandado por cada atividade de acordo com o nível de conhecimento do IC. Segundo Vargas (2005), para o término pontual de um projeto é necessário realizar o gerenciamento do cronograma do projeto. Os processos desse gerenciamento são: planejar o gerenciamento do cronograma, definir as atividades, sequenciar as atividades, estimar as durações das atividades, desenvolver o cronograma e controlar o cronograma.

Os entrevistados E4, P1 e P2 apontaram que as atividades desenvolvidas dentro das áreas de gestão poderiam ter uma melhor mensuração de horas trabalhadas e visibilidade do que foi realizado. Isso para que haja um alinhamento no nível de entrega de cada área de gestão e também proporcionasse uma motivação em forma de reconhecimento pelo trabalho desenvolvido. De acordo com Ferreira; Boas e Esteves (2006), o colaborador deve possuir sentimento de pertencimento a organização, onde sinta que o seu papel é importante, não sendo apenas um seguidor de regras, e a motivação deve ser consequência de reconhecimentos por parte dos líderes.

Conforme mencionado por De Barros e De Matos (2015), a comunicação interna deve ter como foco o diálogo entre os colaboradores e seus dirigentes. Em consonância ao exposto, pode-se observar uma forte adesão dos membros ao grupo focal, no qual foi utilizado para obter as dores como forma de melhoria contínua do grupo através da aplicação do *Collaborator experience*. O grupo focal possibilitou um espaço no qual incentivou compartilhar o que pensam sem medo de represália, proporcionando conforto por estarem se sentido ouvidos em uma discussão em grupo.

Depois de realizar o grupo focal, foi possível identificar a interseção das expectativas e desejos referentes às causas que levam ao alto índice de rotatividade dos membros perante os pesquisadores e IC 's. Ademais, com as causas identificadas, é possível buscar soluções para as mesmas, e se ainda assim o índice permanecer alto, pode-se conduzir novos grupos focais, com a intenção de encontrar novas causas raízes usando a experiência dos colaboradores continuamente (TUCKER, 2020).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo objetivou apresentar uma alternativa de gestão para mitigar o elevado índice de rotatividade de membros em um Grupo de Estudos e Pesquisa Científica a partir da utilização da ferramenta *Employee Experience*. Com base no presente estudo, pode-se construir um arcabouço teórico aplicado na prática, através da utilização de dois grupos focais com os pesquisadores e orientadores do grupo, e também com os estudantes que realizam iniciação científica.

O objetivo do grupo focal, foi de buscar a interseção das causas e possíveis soluções que cada grupo presente nas entrevistas pensam sobre os problemas devido à alta rotatividade de membros, perda de talentos, dentre outras.

Com os achados da interseção entre os dois grupos pode-se identificar oportunidades de melhoria no que tange ao alinhamento cultural, gestão do tempo, experiência científica, comunicação e gestão. Com base nas causas identificadas, os IC's e pesquisadores podem colocar em prática as sugestões propostas para que os colaboradores se sintam mais satisfeitos em pertencer ao grupo, e com isso diminua o índice de rotatividade. Vale ressaltar que a prática deve possuir uma constância, a fim de proporcionar uma melhoria contínua.

Dessa forma, o presente estudo contribui para o entendimento de como o conceito de *Employee Experience,* pode contribuir para o reconhecimento profundo das causas raízes de problemas enfrentados por um Grupo de Estudos e Pesquisas, assim como possibilita buscar uma compreensão ampla sobre o que os membros que compõem o grupo, pensam sobre as problemáticas encontradas e como solucioná-las.

AGRADECIMENTO

Agradecemos aos IC's que contribuíram ao longo da condução do grupo focal e a bolsa de Iniciação Científica concedida pelo edital PIBITI/CNPq – PIBINOVA/PDI/UFF 2020/2021.

REFERÊNCIAS

[1] ALVES, L.; SOUZA, C. J. A. A Comunicação Interna como Fator Motivacional. 2015.

[2] BARDIN, L. J. S. P. E. Content analysis. 70, n. 279, 2011.

[3] CAPLAN, J. J. S. H. R. Develop and engage all your people for business success. 2014

[4] CERVO, A.; BERVIAN, A.; SILVA, R. Metodologia científica. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2006.

[5] DA SILVA, L. M. T.; DE ALBUQUERQUE, L. G.; COSTA, B. K. J. R. E. d. C. A. O alinhamento estratégico entre cultura organizacional e estratégias de gestão de pessoas. 8, n. 2, p. 159-173, 2009.

[6] DE BARROS, D. M. L.; DE MATOS, N. S. J. R. d. A. A importância da comunicação organizacional interna e dos feedbacks gerenciais. 13, n. 23, p. 3-20, 2015.

[7] DROESCHER, F. D.; SILVA, E. L. d. J. P. e. C. d. I. O pesquisador e a produção científica. 19, n. 1, p. 170-189, 2014.

[8] FERREIRA, A.; BOAS, A. A. V.; ESTEVES, R. C. P. M. J. X. S. d. E. d. P. Teorias de Motivação: um estudo de caso sobre a percepção das lideranças. 2006.

[9] JÚNIOR, J. R. S. J. R. d. J. L. Administração. 2007.

[10] LEITE, F. C. L. J. T. Comunicação científica e gestão do conhecimento: enlaces conceituais para a fundamentação da gestão do conhecimento científico no contexto de universidades. 19, n. 2, p. 139-151, 2007.

[11] LEONARDO, J. M. A. J. P. A guerra do sucesso pelos talentos humanos. 12, n. 2, p. 42-53, 2002.

[12] LIMA, K. K. d.; AMARAL, D. C. J. G.; PRODUÇÃO. Práticas de gestão do conhecimento em grupos de pesquisa da rede Instituto Fábrica do Milênio. 15, n. 2, p. 291-305, 2008.

[13] LUIZ, R. R. J. R. B. d. P.-G. Avaliação de produtividade acadêmica: uma proposta de quantificação. 3, n. 6, 2006.

[14] MACULAN, A.; FURTADO, C. J. S. D. I. T. Os pesquisadores e a transferência de conhecimento para a indústria. 21, 2000.

[15] MASCARENHAS, A. O.; ZAMBALDI, F.; VARELA, C. A. J. R. O. e. C. Motivação em programas de voluntariado empresarial: um estudo de caso. 9, n. 17, p. 229-246, 2013.

[16] MORGAN, D. L. Focus groups as qualitative research. Sage publications, 1996. 1506318827.

[17] MORGAN, J. The employee experience advantage: How to win the war for talent by giving employees the workspaces they want, the tools they need, and a culture they can celebrate. John Wiley & Sons, 2017. 111932162X.

[18] PLASKOFF, J. J. S. H. R. Employee experience: the new human resource management approach. 2017.

[19] RENAUX, D. P.; DO ROCIO STRAUHS, F.; DE ABREU, A. F.; BECKER, L. G. B. J. S. I. d. G. d. C. G. d. D. Gestão do conhecimento de um laboratório de pesquisa: uma abordagem prática. 4, p. 195-208, 2001.

[20] ROSSIT, R. A. S.; SANTOS JUNIOR, C. F. d.; MEDEIROS, N. M. H. d.; MEDEIROS, L. M. O. P. et al. Grupo de pesquisa como espaço de aprendizagem em/sobre educação interprofissional (EIP): narrativas em foco. 2018.

[21] SCHERMERHORN JR, J. R.; HUNT, J. G.; OSBORN, R. N. Fundamentos de comportamento organizacional. Bookman Editora, 2009. 8577800083.

[22] STONER, J. A.; FREEMAN, R. E. J. R. d. J. P.-H. d. B. Administração. 5ª edição. 1985.

[23] TUCKER, E. J. S. H. R. Driving engagement with the employee experience. 2020.

[24] VARGAS, R. V. Gerenciamento de Projetos (6a edição). Brasport, 2005. 8574522082.

[25] VIANA, G.; LIMA, J. F. d. J. I. Capital humano e crescimento econômico. 11, n. 2, p. 137-148, 2010.

[26] YIN, R. K. Estudo de Caso-: Planejamento e métodos. Bookman editora, 2015. 8582602324.

APÊNDICE 1: PERGUNTAS DO GRUPO FOCAL COM OS IC'S

Questões	Perguntas
1	Por qual/quais motivos vocês acreditam que os membros saiam do GEPES?
2	Quais são as dores mais presentes no âmbito das pesquisas no momento?
3	Quais as principais dificuldades que encontram nas áreas de gestão?
4	Vocês acham que são ouvidos pelos orientadores e líderes? Ex.: sugestões, opiniões aceitas e colocadas em prática.
5	O que vocês mudariam no GEPES hoje?
6	Você acha que as ideias e opiniões dos membros transformam o GEPES em uma melhor versão?
7	Do que você sente falta nos líderes e nos orientadores?
8	Qual fator mais impacta na motivação dos membros?
9	O que você acha que poderia ser feito para diminuir o índice de rotatividade dos membros?
10	Como você considera que a experiência dos IC's pode diminuir a rotatividade dos membros?
11	Quais das suas expectativas foram frustradas após entrar no GEPES?
12	Gostaria de apresentar algum outro problema ou solução?

Fonte(s): Autores

APÊNDICE 2: PERGUNTAS DO GRUPO FOCAL COM OS PESQUISADORES/ORIENTADORES

Questões	Perguntas
1	Por qual/quais motivos vocês acreditam que os membros saiam do GEPES?
2	Quais são as dores mais presentes no âmbito das pesquisas no momento?
3	Quais as principais dificuldades que visualizam nas áreas de gestão?
4	Vocês se consideram bons ouvintes? Aceitam as ideias e sugestões dos membros?
5	O que vocês mudariam no GEPES hoje?
6	Vocês acham que as ideias e opiniões dos membros transformam o GEPES em uma melhor versão?
7	Como vocês acham que os ICs se sentem nas linhas e nas áreas de gestão?
8	Acreditam que os membros estavam empenhados em aumentar o desempenho do grupo?
9	Como vocês enxergam a gestão do tempo que os ICs fazem? Acreditam que estejam sobrecarregados?
10	Do que vocês sentem falta nos ICs?
11	Qual fator acredita que mais impacta na motivação dos membros?
12	O que você acha que poderia ser feito para diminuir o índice de rotatividade dos membros?
13	Como você considera que a experiência dos orientadores pode diminuir a rotatividade dos membros?
14	Quais das suas expectativas sobre os membros foram frustradas?
15	Gostaria de apresentar algum outro problema ou solução?

Fonte(s): Autores

Capítulo 24

Mapeamento dos pós-graduandos brasileiros e reflexão sobre métricas de desempenho científico

Adriana Barbosa Santos
Álvaro Magri Nogueira da Cruz
Linara Stéfani Facini

Resumo: Desde os anos 2000, houve um aumento expressivo na população de pesquisadores nas universidades, centros de pesquisa e institutos tecnológicos no Brasil. Concomitantemente, muitos programas de pós-graduação de mestrado e doutorado foram implantados, impulsionando um avanço de desempenho da produção científica, considerando indicadores gerais, regionais e por área de conhecimento. Investimentos substanciais para posicionar o Brasil como 13º maior produtor mundial de ciência. Neste artigo são descritas e discutidas características sociodemográficas, especificidades geográficas e por área de conhecimento como pontos de reflexão sobre as métricas de desempenho científico publicadas para avaliar desempenho institucional, posição brasileira no *ranking* da *Web of Science* e no *ranking* internacional de nível educacional da UNESCO. Os resultados evidenciam o potencial da região Sudeste, mais especificamente, das universidades públicas dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro como celeiros de formação de pesquisadores qualificados nas Ciências da Saúde, Ciências Exatas e Tecnológicas. Publicações de mais impacto nestas áreas têm efetivamente melhorado a produção científica do Brasil no panorama internacional nos últimos anos. Além disso, este estudo reforça que a heterogeneidade espacial e a existência de clusters produtores de ciência atraem pesquisadores para localidades com maior concentração de renda e melhor acesso à educação.

Palavras-chave: Dados censitários, pós-graduação, P&D, universidades públicas, políticas públicas.

1. INTRODUÇÃO

O atual cenário da pesquisa científica no Brasil tem sido objeto de debate entre especialistas brasileiros e estrangeiros abordando caminhos que viabilizem o fomento e o estímulo ao avanço da ciência e do processo de inovação no Brasil. Em tais debates, ressaltam a necessidade de, além do financiamento e da disponibilidade de instalações adequadas, a criação de ambientes mais estimulantes e dinâmicos que valorizem as competências acadêmicas relevantes em várias áreas de conhecimento, de forma a se superar os entraves vividos pela inovação e pelo avanço científico. Refere-se à importância da inserção do Brasil nas cadeias globais de produção de conteúdo científico, identificando seus principais desafios e possíveis alternativas para suplantá-los (MONTEIRO, 2017; DE NEGRI, 2018; SOUZA *et al.*, 2020).

Há registros de que a pesquisa científica desenvolvida no Brasil avançou sobremaneira após os anos 2000. De acordo com o relatório produzido pela *Clarivate Analytics* em 2017, o Brasil passou a ocupar a 13ª posição no *ranking* mundial de produção científica, tornando-se mais proeminente no cenário internacional (CROSS *et al.* 2017). Tal reconhecimento provém do impulso à produção e olhar crítico sobre indicadores de desempenho quantitativos, seja em nível individual ou institucional. Com isso, a pesquisa científica do Brasil alçou para um patamar de maior destaque no contexto global, como revelado pelos *rankings* bibliométricos (CWTS, 2020; BUFREN & NASCIMENTO, 2020).

Apesar do salto na produção de publicações ocorrida recentemente, o pesquisador brasileiro vem vivenciando dias sombrios devido à redução de investimentos desde 2014; há um risco eminente de colapso científico pela carência de políticas públicas que valorizem a continuidade dos avanços científicos. A comunidade acadêmico-científica mobiliza-se como pode para combater a redução de investimentos e cortes drásticos ocorridos desde de 2018 nos recursos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) que impactaram de forma significativa os orçamentos das agências de fomento governamentais (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico – CNPq, e Financiadora de Estudos e Projetos – Finep), o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), o programa dos Institutos Nacionais de C&T (INCTs), projetos de pesquisa e de infraestrutura e as instituições de pesquisa brasileiras, sobretudo as universidades públicas.

De acordo com dados da UNESCO (http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending/), os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) no Brasil somam aproximadamente 1,3% do PIB, com 883 pesquisadores por milhão de habitantes, sendo majoritariamente financiados pelas agências de fomento supracitadas e por agências estatais (FAP's). Números que não refletem a realidade em 2022 e que já eram pouco animadores quando comparados aos de países desenvolvidos como Estados Unidos, França, Alemanha, Japão e Canadá, bem como aos de países em desenvolvimento como China, México, Argentina e Índia, que operam num sistema de apoio financeiro aos projetos de pesquisa em cooperação com a iniciativa privada (MACMANUS & NEVES, 2021; CROSS *et al.* 2017). Sem dúvida, o Brasil não difere da grande maioria dos países em que os cenários político-econômico e ideológicos ditam os rumos da ciência (CHUDNOVSKY *et al.*, 2008; WEI & LIU, 2015; DOBROVOLSKI *et al.*, 2018).

Além do excesso de burocracia que entrava os projetos científicos, o negacionismo científico ganhou impulso; o *gap* entre ciência e políticas públicas no Brasil cada vez maior; a falta de visibilidade dos cientistas e dos frutos de suas pesquisas para além da comunidade científica; o alto custo das publicações; o pouco reconhecimento dos pesquisadores como profissionais engajados na geração e comunicação de conhecimento, concepção de produtos, processos, métodos e sistemas; entre outros (OLIVEIRA & BONACELLI, 2019; DALL'ALBA *et al.*, 2021; HALLAL, 2021; MCMANUS; NEVES, 2021). Aspectos que de forma geral contribuem de forma significativa para o aumento da migração de cérebros.

Os pesquisadores brasileiros figuram entre os principais responsáveis por impulsionar a produção de ativos intangíveis resultantes dos processos de P&D, inovação e geração de conhecimento, com distinção nos campos da ciência e tecnologia, que potencializam as organizações a alcançar posições competitivas nos diversos setores da economia. Não é à toa que são os principais protagonistas da conexão e articulação universidade-sociedade na predisposição de compartilhar conhecimento e fomentar a ciência no Brasil (BELENZON & SCHANKERMAN, 2013; FISCHER *et al.*, 2018; DALMARCO *et al.*, 2018; NUNES-SILVA *et al.*, 2021).

No Brasil, as universidades públicas são as principais responsáveis pela formação de mestres e doutores que contribuem para a universalização e democratização da informação que chega à sociedade

(BUFREN & NASCIMENTO, 2020). Pesquisadores discentes promovem a renovação da força de trabalho no campo científico, com expertise e qualificação para fortalecer as organizações nos diversos setores produtivos. Constituem uma parcela expressiva da população brasileira que é pouco conhecida quanto às suas características principais.

A partir da relevância do contexto enunciado buscou-se obter um melhor entendimento e ampliar a visão sobre características dos pesquisadores discentes brasileiros pouco examinadas na literatura, sobretudo enfocando resultados derivados de dados censitários. Assim, este artigo tem por objetivo analisar e discutir resultados de características sociodemográficas, geográficas, além de salientar áreas de conhecimento que protagonizam a produção científica brasileira no cenário internacional, como pontos de reflexão sobre certas métricas de desempenho científico, empregadas para avaliar desempenho institucional e posição brasileira no *ranking* da Web of Science e *ranking* internacional de nível educacional da UNESCO.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo exploratório-descritivo envolveu dados abertos sobre pesquisadores discentes cadastrados na Plataforma Sucupira da Capes. O acesso à base de dados governamental referente ao ano de 2018 foi realizado durante o segundo semestre de 2020 e possibilitou uma coleta inicial de mais de 390 mil cadastros da população de interesse.

Base de dados: características, qualidade dos dados e delimitação populacional

Vários problemas (defeitos) foram identificados na base de dados disponibilizada. Dentre eles, alguns estão entre os citados como sendo frequentes em bases de dados de grande conteúdo informacional, tais como: violação de sintaxe; valores incorretos; imprecisão; existência de sinônimos; erros ortográficos; dados duplicados; dificuldade de integração dos dados; problemas de interpretação; problemas de acessibilidade, entre outros. Discussões relevantes acerca da baixa qualidade dos dados, com reflexos negativos em análises do porte da realizada neste trabalho, vêm ganhando força na literatura, assim como no âmbito do *Big Data* (STRONG *et al.,* 1997; BARATEIRO; GALHARDAS, 2005; OLIVEIRA, *et al*., 2019). Dentre as causas de ocorrência de tais problemas, as mais comumente mencionadas na literatura são: grande variedade de fontes de dados (sobrecarga informacional); dificuldade de localização dos dados ou indisponibilidade de tempo; custos altos para obtenção de dados melhores; material insuficiente e/ou desatualizado; bases de dados não integradas; linguagem ou terminologia desconhecidas (CAI; ZHU, 2015; STRONG *et al.,*1997; MENDONÇA; VARVAKIS, 2018).

Da análise da base de dados disponibilizada pela Capes enfocou-se nas dimensões da qualidade de dados imprescindíveis para atingir os objetivos almejados. São elas: completude, consistência, atualidade e confiabilidade (LARANJEIRO et al., 2015). Mediante tais critérios, delimitou-se a população de estudo aos discentes cadastrados como regularmente matriculados e vinculados a projetos de pesquisa em nível de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado. Pelo fato das informações disponíveis nas bases de dados da Plataforma Sucupira serem fornecidas pelos programas de pós-graduação de universidades brasileiras, entre outras instituições de pesquisa, pressupõe-se que tenham confiabilidade satisfatória para este estudo; o que reforça a dimensão confiabilidade.

Processo de limpeza da base de dados:

Como parte do processo de organização dos dados, procedeu-se inicialmente ao processo de limpeza. Primeiramente, foi desenvolvido um algoritmo para realizar o rastreamento e seleção de conteúdo válido para análise. Para tal, critérios de exclusão foram estabelecidos na composição de filtros, de modo que cadastros duplicados por estarem em mais de uma área de pesquisa fossem excluídos. A partir de tais filtros, foram observadas a situação dos discentes no programa de pós-graduação quanto ao fato de estarem matriculados, titulados, desligados, em mudança de nível sem defesa, ou casos de abandono do curso. Também foram verificadas duplicações em relação aos casos de matriculados em mais de um programa de pós-graduação, em que foi considerada apenas a situação mais recente.

Todo o processo de limpeza foi executado aplicando os filtros sistematicamente, em sequência, tendo cuidado para minimizar as perdas de registros válidos. Casos de discentes matriculados em mais de um

programa simultaneamente, em áreas diferentes ou em níveis diferentes foram analisados isoladamente.

Mediante os critérios de exclusão e de qualidade dos dados estabelecidos para o processo de limpeza, 6,62% dos cadastros existentes na base de dados públicos foram excluídos, o que resultou numa população de 368,08 mil para fins deste estudo censitário.

Variáveis e método de análise dos dados:

Considerando a conteúdo disponível na Plataforma Sucupira, as variáveis deste estudo que identificam dados sociodemográficos são: sexo, faixa etária, raça, necessidade especial, região e nacionalidade. Variáveis que refletem informações profissionais são: grande área de conhecimento, área de pesquisa, instituição, localização, dependência administrativa, vínculo institucional, grau acadêmico e situação do discente.

No que tange ao método de análise dos dados, realizou-se uma análise descritiva que abrangeu além das estatísticas descritivas, gráficos para variáveis qualitativas dispostos no formato de painéis de resultados (dashboard), mapa de calor e técnicas de estratificação. Por se tratar de um estudo censitário não foram empregadas técnicas estatísticas de cunho inferencial. Quanto aos softwares de apoio, foram utilizados o MS Power BI, MS Excel 2013 e Minitab v.16.

3. RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados a seguir realçam importantes fontes produtoras de resultados científicos e inovações no Brasil, considerando: dados sociodemográficos, área de conhecimento, vínculo institucional e disposição geográfica, e especificidade regional da região Sudeste quanto ao potencial científico.

3.1. DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS

A Tabela 1 exibe resultados sobre variáveis descritoras do perfil sociodemográfico dos pesquisadores discentes em âmbito nacional. Dela depreende-se que a população analisada é jovem, com predominância na faixa de 25 a 34 anos (56,89%), embora tenha alta variação etária decorrente de casos excepcionais que provém de pesquisadores com idade acima de 60 anos (1,01%). Referente à origem racial, importante salientar a omissão de informação ou declaração sobre a raça para mais da metade dos cadastrados (52,27%), a alta prevalência da raça branca (33,79%), e a baixa presença de pesquisadores que se declaram pretos ou pardos (13,15%). Tal aspecto evidencia a desigualdade racial nos ambientes educacionais de mais alto nível intelectual no Brasil, cuja supremacia branca ainda é tão marcante (aproximadamente 10 brancos para cada preto, amarelo ou indígena).

Desigualdade racial e social são fatores interligados no ambiente acadêmico no Brasil que motivam discussões importantes, valorizadas por estudos empíricos. Dentre tais discussões constam avaliações sobre os benefícios das políticas de cotas e ações afirmativas para ingresso à universidade, efeitos das cotas sobre desempenho acadêmico, implicações do aumento da escolaridade para reduzir a pobreza, perspectivas relacionadas ao mercado de trabalho, aspectos comportamentais dos estudantes cotistas, entre outros (VIDIGAL, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

De forma geral, a maioria dos pesquisadores são mulheres (54,35%), com exceção das áreas de Ciências Exatas e Engenharias em que predomina o sexo masculino (70%). Sobre a realidade da dicotomia de sexos presente entre os pesquisadores discentes da base de dados da Capes, revela-se aqui que houve uma inversão na distribuição em relação ao encontrado no final do século XX para os pesquisadores doutores, os quais eram homens majoritariamente (GUIMARÃES *et al.*, 2001). Neste sentido, o aumento das oportunidades de ingresso aos programas de mestrado e doutorado no país elevou substancialmente o acesso de mais mulheres como pesquisadoras, tornando a distribuição quanto ao sexo mais equilibrada em várias áreas.

Ainda há pouca inclusão de pessoas com necessidades especiais nos ambientes de desenvolvimento de pesquisa científica no Brasil. Pode-se constatar que 99,55% da população analisada relatam não possuir necessidades especiais, logo uma parcela muito pequena dos pesquisadores atuantes no Brasil apresenta tal condição.

A Tabela 1 contém ainda resultados referentes à região Sudeste similares àqueles obtidos para o Brasil como um todo em termos sociodemográficos. São 52,76% mulheres e 47,24% homens, concentrados entre 25 e 34 anos (57,20%). No tocante à distribuição por raça, a distribuição regional segue padrões muito próximos do nacional, em que prevalece a não informação ou declaração sobre raça (55,18%), seguida da raça branca (34,52%) e da minoria parda, preta, amarela ou indígena (10,31%). Além disso, 99,59% não possuem qualquer necessidade especial.

Tabela 1: Distribuição percentual por variável sociodemográfica

Variável	Brasil (%)	Região Sudeste (%)
População	368.080	178.620
Faixa etária (anos)		
20-24	7,18	6,27
25-29	31,89	31,66
30-34	25,00	25,54
35-39	15,54	15,67
40-44	8,90	8,74
45-49	5,34	5,30
50-54	3,35	3,60
55-59	1,80	2,05
60-64	0,71	0,83
65-69	0,23	0,27
≥70	0,07	0,09
Raça		
Sem informação/ Não declarado	52,27	55,18
Branca	33,79	34,52
Parda	10,42	7,01
Preta	2,73	2,40
Amarela	0,62	0,77
Indígena	0,17	0,13
Sexo		
Feminino	54,35	52,76
Masculino	45,65	47,24
Necessidade especial		
Não	99,55	99,59
Sim	0,45	0,41

Fonte: Plataforma Sucupira 2017-2020 (Capes, MEC). Elaborado pelo autor.

3.2. ÁREA DE CONHECIMENTO, VÍNCULO INSTITUCIONAL E DISPOSIÇÃO GEOGRÁFICA

A Capes estabelece o vínculo institucional por grandes áreas de conhecimento, estratificando em nove áreas, as quais em termos populacionais se distribuem da seguinte forma: Ciências Humanas (16,24%), Ciências da Saúde (14,81%), Multidisciplinar (13,67%), Ciências Sociais Aplicadas (13,14%), Engenharias (11,76%), Ciências Exatas e da Terra (9,26%), Ciências Agrárias (8,59%), Linguística, Letras e Artes (6,36%) e Ciências Biológicas (6,18%).

Em relação às mais populosas, sobressai a área de educação em Ciências Humanas (36,62%), a medicina (38,78%) em Ciências da Saúde e, a área interdisciplinar (47,18%) em Multidisciplinar. Evidentemente, há uma larga lista de áreas em outros segmentos que compõem o todo da população de pesquisadores discentes.

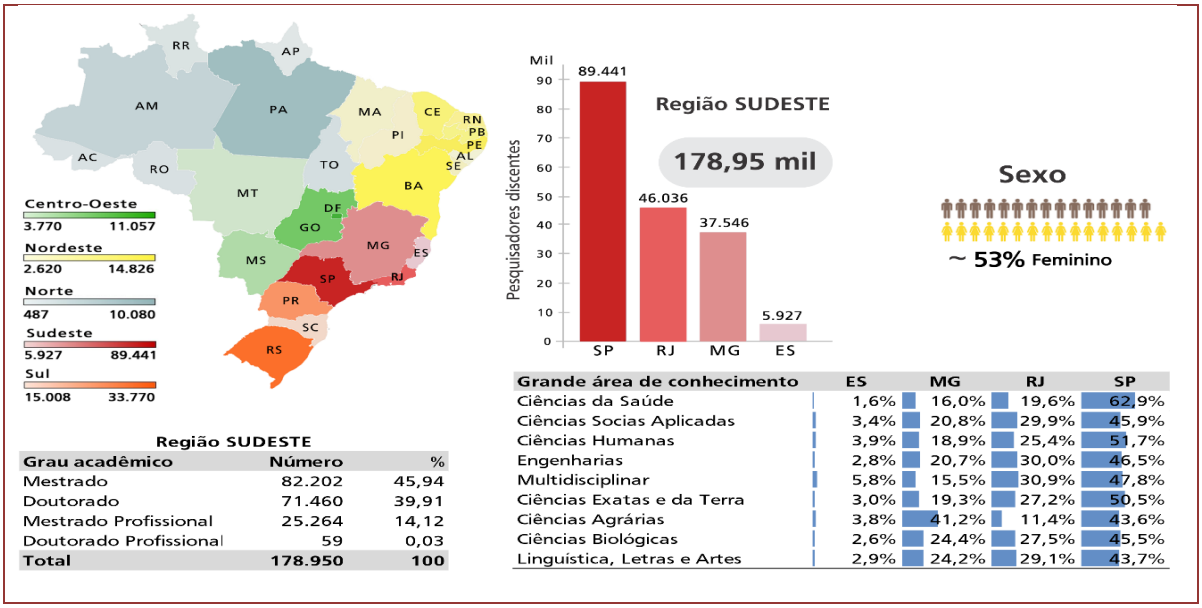
Quando o assunto é ciência, há hegemonia das instituições públicas brasileiras (84,45%), majoritariamente federais (58,66%) e estaduais (25,32%). Completam o cenário, universidades

particulares (15,55%) e municipais (0,47%). Programas de mestrado/doutorado acadêmico são os que contêm a parcela mais expressiva dos pesquisadores discentes ativos (67,70%), seguidos de outros com apenas mestrado acadêmico (16,01%), mestrado profissional (14,76%), doutorado acadêmico (1,52%) e doutorado profissional (0,02%). Importante observar o predomínio de mestrado e doutorado com vínculo *stricto sensu*, sendo quase metade da população estudada com mestrado (48,80%) e pouco mais da terça parte com doutorado (36,42%). Vínculos com programas na modalidade profissional (*lato sensu*) são menos frequentes (14,78%).

No que se refere à disposição geográfica, este estudo reforça aspectos importantes sobre a localização dos celeiros produtores de ciência no país. A Figura 1 exibe a distribuição dos pesquisadores no mapa em gradiente de cores por estado/região.

Há visivelmente maior concentração de pesquisadores na região Sudeste (48,52%), com destaque para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. A Região Sul é a segunda mais numerosa (20,37%), tendo o Rio Grande do Sul com o maior contingente de pesquisadores discentes. Essas regiões tanto são as mais numerosas como são as que apresentam maior volume de publicações. Regiões Nordeste (18,77%), Centro-oeste (7,39%) e Norte (4,95%) são menos expressivas neste contexto. No geral, os estrangeiros atuando no Brasil correspondem a apenas 1,42% dos cadastrados na Capes.

Figura 1: Números sobre a disposição geográfica no continente e especificidades da região Sudeste



Região SUDESTE

Grau acadêmico	Número	%
Mestrado	82.202	45,94
Doutorado	71.460	39,91
Mestrado Profissional	25.264	14,12
Doutorado Profissional	59	0,03
Total	**178.950**	**100**

Grande área de conhecimento	ES	MG	RJ	SP
Ciências da Saúde	1,6%	16,0%	19,6%	62,9%
Ciências Socias Aplicadas	3,4%	20,8%	29,9%	45,9%
Ciências Humanas	3,9%	18,9%	25,4%	51,7%
Engenharias	2,8%	20,7%	30,0%	46,5%
Multidisciplinar	5,8%	15,5%	30,9%	47,8%
Ciências Exatas e da Terra	3,0%	19,3%	27,2%	50,5%
Ciências Agrárias	3,8%	41,2%	11,4%	43,6%
Ciências Biológicas	2,6%	24,4%	27,5%	45,5%
Linguística, Letras e Artes	2,9%	24,2%	29,1%	43,7%

Fonte: Dados da pesquisa

As mais renomadas instituições de ensino e pesquisa do país estão na região Sudeste e possuem o maior volume de discentes pesquisadores (178,95 mil). Na região prevalecem programas de pós-graduação em grau de mestrado e doutorado acadêmico *strictu sensu* (74,27%). Para os demais graus vinculados à Capes, identifica-se: mestrado profissional (14,10%); doutorado profissional (0,03%); unicamente mestrado acadêmico (10,50%) ou doutorado acadêmico (1,10%). Em sua maioria, os discentes do Sudeste que constam na base de dados da Capes não eram ingressantes em 2018, sendo 45,93% com mestrado e 39,54% com doutorado.

A Figura 1 destaca ainda o potencial do estado de São Paulo no Sudeste pela alta densidade demográfica (em vermelho no mapa). Com 89.441 (49,98%), o estado compõe quase metade do total regional em número de pesquisadores. O estado do Rio de Janeiro com 46.036 (25,72%), Minas Gerais com 37.546 (20,98%) e Espírito Santo com 5.927 (3,31%) completam esta região da federação. Também há expressiva maioria de instituições públicas (82,11%), sendo mais da metade federais (55,29%). Exceção identificada para o estado de São Paulo, que possui um número mais elevado de universidades estaduais (62,53%), diferindo dos demais estados da mesma região.

3.3. REFLEXOS DO POTENCIAL CIENTÍFICO DA REGIÃO SUDESTE

A região Sudeste responde por boa parcela dos números nacionais em termos de produção científica, o que reforça os indicadores de desempenho empregados pela Capes em âmbito nacional e internacional. Esta especificidade da região Sudeste em termos de população de pesquisadores discentes complementa os resultados sobre produção contemplados no relatório elaborado pela *Clarivate Analytics*, o qual revela que no período de 2011-2016 foram publicados mais de 250.000 artigos científicos com referência na base de dados *Web of Science*. Embora o relatório descreva todas as áreas do conhecimento e o desempenho das principais universidades brasileiras no período citado, despontam nas dez primeiras colocações instituições estaduais e federais das regiões Sul e Sudeste do Brasil (Figura 2). Estas compõem dois conglomerados importantes em termos de população de pesquisadores cadastrados em programas de pós-graduação. Ademais, salienta-se a capacidade produtiva das universidades públicas paulistas, as quais somam neste ranqueamento 91.410 (54,17%) documentos dos 168.759 publicados pelas 10 instituições em destaque. Importante referência, a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) sobressai pela qualidade das publicações em contrapartida à quantidade. A UERJ por aparecer em décimo lugar no ranqueamento em termos quantitativos e possuir o maior impacto por publicação dentre as instituições referidas, remete ao debate de visões antagônicas da comunidade científica no que se refere à eficiência e desempenho em pesquisa, salientando um confronto entre quantidade (*rankings*, visualizações, citações, etc) e qualidade (impacto, valor, relevância, importância, etc) (CIVERA *et al.*, 2020).

O crescimento da população de pesquisadores é notório na medida em que se observa que até meados de 2000 o Brasil possuía cerca de 32.500 pesquisadores doutores ativos atuando em universidades, instituições isoladas de ensino superior, institutos de pesquisa, institutos tecnológicos, entre outros órgãos de tradição em pesquisa científica e tecnológica (GUIMARÃES *et al.*, 2001). Em 2018, apenas na região Sudeste o número de pesquisadores docentes já supera essa marca (Tabela 2).

Figura 2: Desempenho das universidades brasileiras em pesquisa no período de 2011-2016

Universidade	Documentos do Web of Science	Impacto da citação	% Documentos no Top 10%	Colaborações Internacionais (%)
USP	54108	0,93	7,96	35,83
UNESP	20023	0,79	6,1	27,77
UNICAMP	17279	0,94	8,35	30,57
UFRJ	16203	0,93	8,18	38,7
UFRGS	14611	0,89	6,76	30,39
UFMG	13294	0,88	6,24	31,22
UNIFESP	10667	0,93	6,15	28,78
UFPR	8233	0,67	5,31	27,45
UFSC	7908	0,91	6,79	32,41
UERJ	6433	1,01	8,98	39,33

Importante salientar que, mesmo com um importante avanço nos indicadores acadêmicos alcançados após 2010 e com expressiva contribuição das universidades públicas (SOUZA *et al.*, 2020), o Brasil ainda fica muito aquém quando se analisa o *ranking* mundial para o nível educacional entre países, baseado no indicador definido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Dados disponibilizados pela Capes e IBGE referente ao ano de 2018 permitem estimar um índice de 2.116 pesquisadores por milhão de habitantes no Brasil. Este índice revela aumento expressivo quando comparado ao divulgado pela UNESCO referente ao ano de 2014, que era de 883 pesquisadores (docentes + discentes) atuando com pesquisa e desenvolvimento por milhão de habitantes (UNESCO, 2014).

Assim, a região Sudeste tem destaque com índice de 2.431 pesquisadores por milhão de habitantes (Tabela 2). Outro aspecto que vale mencionar é a homogeneidade na proporção de pesquisadores

discentes em relação aos docentes. De forma geral, para cada docente cadastrado há 4,7 discentes, com baixa variação nessa proporção entre os estados que compõem a região Sudeste.

Sob a perspectiva econômica, em 2018, a região Sudeste representou 53,2% de todo PIB brasileiro, reafirmando-se como polo financeiro e científico do país. Mais especificamente, 31,6% derivado de São Paulo, 10,8% do Rio de Janeiro, 8,8% de Minas Gerais e 2,0% do Espírito Santo (IBGE, 2020). Esta distribuição percentual de representatividade no PIB está em consonância com os indicadores de desempenho da produção científica em cada estado. Mesmo não sendo o único fator de influência a se considerar, dados históricos indicam que quando a atividade econômica prospera, as métricas de produção científica são mais positivas.

Tabela 2: Índice UNESCO por estado da região Sudeste

Estado	Habitantes	Pesquisadores discentes	Pesquisadores docentes	Proporção discente/ docente	Índice* UNESCO
Rio de Janeiro	17.366.189	46.016	9.767	4,7	3.218
São Paulo	46.289.333	89.441	18.584	4,8	2.334
Minas Gerais	21.292.666	37.246	8.441	4,4	2.146
Espírito Santo	4.064.052	5.917	1.294	4,6	1.774
Região Sudeste	89.012.240	178.620	37.762	4,7	2.431

*Valor calculado por 1.000.000 de habitantes

Os cortes de investimentos em ciência realizados pelo Brasil na última década, agravados pela recente crise econômica e política (DOBROVOLSKI *et al.*, 2017) ficam evidentes também nos números da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), destacados por McManus; Nobre (2017). A taxa de conclusão de doutorados no Brasil é, em média, de 2 doutores por 1000 habitantes, ao passo que países desenvolvidos alcançam taxas entre 5 e 20. Inovação e os projetos de pesquisa e desenvolvimento são impulsionados, primordialmente, por universidades públicas (BUFREN & NASCIMENTO, 2020) e patrocinados por agências de fomento governamentais com recursos cada ano mais limitados (TOLLEFSON, 2019). Em razão do desestímulo financeiro, percebe-se aumento da demanda reprimida por capacitação em nível de pós-graduação. Também se verifica que a expertise dos pesquisadores discentes, que contribuem com publicações de alto impacto, ainda é pouco absorvida pela iniciativa privada nas mais diversas áreas de pesquisa; exceto áreas tecnológicas que mais recentemente vêm criando conexões mais férteis com *Startups* ou investindo em incubadoras de negócios e parques tecnológicos em cooperação com universidades (McMANUS & NOBRE, 2017; DALMARCO *et al.*, 2018).

A análise desses índices remete a refletir sobre o nível educacional do Brasil, haja vista que tais números ainda estão muito abaixo dos obtidos por países no topo do *ranking* mundial como Israel, Dinamarca, Suíça e Coreia que alcançaram mais de 7500 pesquisadores por milhão de habitantes em 2017. Neste sentido, o melhor posicionamento do Brasil no referido *ranking*, o aumento expressivo na produção científica brasileira, ambos decorrentes do desempenho das universidades, têm incitado indagações sobre os desafios da pesquisa no Brasil. Dentre eles, vale citar alguns correlatos aos resultados deste estudo, tais como: a excessiva valorização dos indicadores de desempenho das universidades pelas agências de fomento para estabelecer políticas de distribuição de recursos (AURANEN & NIEMINEN, 2010); o perfil dos jovens pesquisadores e qualificação destes para desenvolverem pesquisas pioneiras (PESQUISA, 1997; SOUZA *et al.*, 2020); o papel da universidade como uma instituição capaz de contribuir para o desenvolvimento econômico, formação de recursos humanos, geração de conhecimento e inovações (MUSCIO *et al.*, 2013; BORGES, 2016); a produção científica puxada muito mais por métricas do que pelo foco em qualidade (CIVERA *et al.*, 2020); a articulação entre pesquisadores para intensificar a colaboração e aumentar a produção científica (SIDONE *et al.*, 2016); entre outros.

Ciências da Saúde (16,94%), Ciências Humanas (15,65%) e Ciências Sociais Aplicadas (13,96%) são as áreas que mais despontam. Mais especificamente, Ciências Agrárias se destacam no estado de Minas Gerais (Figura 1). Entretanto, ao examinar o contexto intra regional, em geral, há evidente superioridade populacional de São Paulo em valores absolutos e relativos para todas as grandes áreas de conhecimento. Tomando como base as três grandes áreas mais preponderantes do Sudeste, identifica-se que áreas de pesquisa mais relevantes são: Medicina (42,46%), Educação (35,45%) e Administração Pública, Administração de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo (28,86%).

Há protagonismo das universidades públicas, com destaque e reconhecimento internacional para as estaduais Universidade de São Paulo - USP e Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP nas áreas de Ciências da Saúde e Universidade Estadual Paulista - UNESP em Ciências Agrárias. Estas três instituições concentram 60,79% dos pesquisadores discentes do estado de São Paulo, enquanto que instituições públicas federais respondem por 13,47%, sendo Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP (5,43%), a Universidade Federal de São Carlos - UFSCar (5,13%), a Universidade Federal do ABC - UFABC (1,83%) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA (1,08%). A Pontifícia Universidade Católica - PUC é a particular de mais realce com 4,84% dos pesquisadores. Outras instituições particulares completam o conjunto populacional do estado.

Diferentemente do que ocorre no cenário nacional e regional, o estado de São Paulo traz em destaque a grande área das Ciências da Saúde como um celeiro de pesquisadores (21,31%), sobretudo no campo da medicina com USP, UNICAMP e UNIFESP e da odontologia com a UNESP. Como exposto na Tabela 3, a distribuição pelas grandes áreas evidencia as potencialidades de pesquisa das principais universidades do estado, de onde depreende-se a abrangência em termos quantitativos. A UNIFESP sobressai nas áreas de Ciências da Saúde, ao passo que UFSCar e PUC em Ciências Humanas. A UFABC aparece com mais expressão na grande área Multidisciplinar.

De fato, os resultados aqui expostos reforçam que a regionalização é fator determinante de concentração populacional e de produção científica no Brasil e destacam a heterogeneidade espacial que já ocorre em países como França, Rússia, China, Argentina e Inglaterra, nos quais algumas cidades são referências na lista daquelas que mais geram conhecimento no país. Tal especificidade torna a região Sudeste mais numerosa e protagonista em termos científicos no Brasil e o estado de São Paulo cumpre um papel fundamental neste protagonismo. Vale salientar que os pesquisadores que atuam no Sudeste são fortes articuladores de colaborações científicas mais intensa dentro do estado, mas têm parcerias em outras regiões (GUIMARÃES *et al.*, 2001; SIDONE *et al.*, 2016). Diante disso, pressupõe-se que essa característica promove um desenvolvimento científico heterogêneo por área de conhecimento, tanto em termos populacionais como pelos indicadores de desempenho empregados pela Capes.

Tabela 3: Percentual de pesquisadores por grande área do conhecimento nas universidades mais produtivas do estado de São Paulo

Área de conhecimento	USP	UNICAMP	UNESP	UFSCar	UNIFESP	UFABC
Ciências da Saúde	24,46	20,38	15,64	8,92	51,68	4,88
Ciências Sociais Aplicadas	12,83	5,48	5,41	3,12	1,61	8,15
Ciências Humanas	12,33	13,86	15,74	24,19	9,69	0,00
Engenharias	12,72	18,07	8,15	17,27	1,32	15,64
Multidisciplinar	6,49	8,23	12,22	12,72	18,06	41,74
Ciências Exatas e da Terra	11,72	13,12	7,78	19,22	4,56	24,61
Ciências Agrárias	7,04	5,48	20,25	1,30	0,00	0,00
Ciências Biológicas	6,78	7,61	7,14	8,77	9,83	4,99
Linguística, Letras e Artes	5,64	7,76	7,68	4,48	3,25	0,00

Fonte: Dados da pesquisa

O fato de haver uma concentração de pesquisadores na região Sudeste que impulsionam intercâmbio institucional tem reflexos diretos na produção científica das grandes áreas de conhecimento que se destacam nesta região. Resultados descritos no relatório da *Clarivate Analytics* fornecem evidências de que São Paulo desponta em artigos publicados nas Ciências da Saúde (pesquisa médica), enquanto o Rio de Janeiro em Ciências Exatas (Física e Matemática), inclusive destacando-se entre as publicações de maior impacto (CROSS *et al.*, 2017).

O fomento à pesquisa no estado de São Paulo é fortalecido pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). Em 2019, a agência injetou R$ 1,26 bilhão em financiamentos, dentre eles, bolsas (R$ 540,07 milhões) e auxílio à pesquisa (717,22 milhões) em todas as áreas de conhecimento, sendo mais expressivo em Ciências da Vida (FAPESP, 2020). Mais especificamente, a cidade de São Paulo ocupa a 139ª colocação no ranking *Nature Index Science Cities*, sendo a única cidade latino-americana a figurar na lista de 2021. Ao lado da Capes, CNPq, Finep, os INCTs estão entre as principais agências de fomento públicas que potencializam o impacto e divulgam o sucesso das publicações científicas dentro e fora do Brasil (MCMANUS & NEVES, 2021). Ademais, vale-se do rigor científico, relevância internacional, e estrutura administrativa para um intercâmbio importante de pesquisadores do Brasil e do exterior (OLIVEIRA & BONACELLI, 2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados expostos acima decorrentes do estudo censitário sobre os pesquisadores discentes brasileiros, verifica-se a urgência de uma reflexão e de mais discussões acerca dos fatores sociodemográficos que expressam evidências claras de desigualdades racial, social e geográfica presentes nas instituições responsáveis pelo desenvolvimento científico no Brasil. Evidencia-se a necessidade de mudanças e de uma discussão mais profícua sobre o encaminhamento de diretrizes e políticas que minimizem as discrepâncias em favor da formação qualificada e de mais oportunidades no mercado de trabalho para os pesquisadores egressos das universidades brasileiras, principalmente, considerando mais valorização e reconhecimento da expertise destes profissionais em posições de trabalho nas organizações que exigem perfil analítico e conhecimento técnico aprofundado.

Essa caracterização empírica dos pesquisadores discentes brasileiros complementa outras evidências da literatura, na medida em que possibilita melhorar a compreensão dos avanços ocorridos na produção científica e na qualificação educacional nas diferentes regiões do Brasil.

A regionalização é fator determinante de concentração populacional e de produção científica no Brasil e destacam a heterogeneidade espacial existente na produção científica tão evidente nas métricas de desempenho por área de conhecimento. Inevitável pressupor que diante de um cenário de crise política e econômica, intensificada pela pandemia de Covid-19, não ficarão ainda mais se acentuadas as assimetrias regionais com tão alto grau de dependência de investimentos governamentais.

Ao analisar o índice UNESCO, foi possível identificar mais claramente a carência educacional do Brasil na cena internacional, a concentração regional e o protagonismo de universidades públicas paulistas que retratam mais claramente a desigualdade existente no Brasil na disseminação do conhecimento. De forma geral, os resultados explicitam a necessidade de avanços nos indicadores de nível educacional e a problemática da forma de direcionamento de recursos em prol da ciência, baseada em indicadores de desempenho quantitativos. Pressupõe-se que a dinâmica das transformações da sociedade brasileira na última década, ocorrendo em movimento síncrono com a visão global de intensificação e valorização da quantificação do desempenho científico, podem afetar o direcionamento de políticas públicas que favoreçam a ciência nos próximos anos.

A atual crise econômica que avança desde 2014, o desapreço governamental pela ciência, a redução de investimentos públicos para fomentar P&D, os entraves burocráticos, as dificuldades de sustentação de um sistema de ensino público de qualidade nos diferentes níveis, a dúvida sobre manutenção de institutos tecnológicos de pesquisa, a falta de visibilidade e reconhecimento da contribuição dos pesquisadores pela sociedade, a migração de cérebros, entre outros pontos, são elementos determinantes para abalar a tão duramente conquistada 13ª posição no *ranking* internacional. Uma situação que requer dos gestores das universidades e das agências de fomento definição de soluções que revelem mais claramente seu papel vital para produção de conhecimento, produtos e serviços disponibilizados à sociedade.

Em outra perspectiva, este trabalho contribui ainda para sedimentar as discussões sobre a relevância de se avaliar a qualidade de dados em face da intensificação de acesso aos grandes volumes de dados armazenados e disponibilizados em plataformas de dados abertos. Avaliar dimensões da qualidade dos dados como consistência, confiabilidade, atualidade, completude, acurácia, entre outras, consiste num requisito para que estudos como este possam ser referenciados e possibilitem ampliar as discussões sobre oportunidades profissionais para os jovens pesquisadores brasileiros, com enfoque em contribuições científicas mais efetivas para atender demandas da sociedade.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a Emily Fernandes Ferreira, Thayná Yamada Pereira, Lucas José Ferreira pelo auxílio na composição das bases de dados e estruturação gráfica dos resultados.

REFERÊNCIAS

[1] AURANEN, O.; NIEMINEN, M. University research funding and publication performance: An international comparison. Research Policy, Amsterdam, v. 39, n. 6, p. 822-834, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.03.003. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733310000764?casa_token=9sIk6ibq-sAAAAAA:JALk8qoPyJR6jT05t6dxtvNhoCL6UNfbplFEPCtmFAFfQrSTB3rhKG3VV_PW9wgPp5FxMAI95toT. Acesso em: 07 abr. 2021.

[2] BARATEIRO, J., GALHARDAS, H. A survey of data quality tools. Datenbank-Spektrum, v. 14, n. 15-21, p. 48, 2005.

[3] BELENZON, S.; SCHANKERMAN, M. Spreading the Word: Geography, Policy, and Knowledge Spillovers. Review of Economics and Statistics, [S. l.], 2013, v. 95, n. 3, p. 884-903, 30 jul. 2013. DOI: https://doi.org/10.1162/REST_a_00334. Disponível em: https://direct.mit.edu/rest/article/95/3/884/58108/Spreading-the-Word-Geography-Policy-and-Knowledge. Acesso em: 06 abr. 2021.

[4] BORGES, M. N. Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento do Brasil. Scientia Plena, São Cristóvão, v. 12, n. 8, p. 1-11, 2016. DOI: https://doi.org/10.14808/sci.plena.2016.089901. Disponível em: https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/3272. Acesso em: 06 abr. 2021.

[5] BUFREN, L. S.; NASCIMENTO, B. S. A produção científica brasileira na web of science (2017-2019): Entre o discurso político e os estudos métricos de informação. LOGEION: Filosofia da informação, Rio de Janeiro, v. 6 n. 1, p.12-26, 2019. DOI: https://doi.org/10.21728/logeion.2019v6n1.p12-26. Disponível em: http://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4941. Acesso em: 06 abr. 2021.

[6] CAI, L., ZHU, Y. The challenges of data quality and data quality assessment in the big data era. Data science journal, v. 14, 2015. DOI: https://doi.org/10.5334/dsj-2015-002. Disponível em: https://datascience.codata.org/articles/10.5334/dsj-2015-002/. Acesso em: 09 jan. 2022.

[7] CHUDNOVSKY, D. et al. Money for science? The impact of research grants on academic output. Fiscal Studies, v. 29, n. 1, p. 75-87, 2008. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1475-5890.2008.00069.x. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1475-5890.2008.00069.x?casa_token=zsnGUoMdRpMAAAAA:Okl00ryOOlv-_RWjUHbmq29kQlnGs5b32lZ3vsZ_KuuUewfSwyJfHkmwsHJq2qOxNXc9jEzjVNfcCg6lWA. Acesso em: 06 abr. 2021.

[8] CROSS, D.; THOMSON, S.; SINCLAIR, A. Research in Brazil: a report for Capes by Clarivate Analytics. 2017. Disponível em: http://www.sibi.usp.br/wp-content/uploads/2018/01/Relat%C3%B3rio-Clarivate-Capes-InCites-Brasil-2018.pdf. Acesso em: 20 jan. 2021.

[9] CIVERA, A. et al. Higher Education Policy: Why hope for quality when rewarding quantity? Research Policy, v. 49, n. 8, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104083. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004873332030161X. Acesso em 07 abr. 2021.

[10] DALL'ALBA, R. et al. COVID-19 in Brazil: far beyond biopolitics. The Lancet, v. 397, n. 10274, p. 579-580, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00202-6. Disponível em: https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)00202-6/fulltext. Acesso em: 06 abr. 2021.

[11] DALMARCO, G.; HULSINK, W.; BLOIS, G. V. Creating entrepreneurial universities in an emerging economy: Evidence from Brazil. Technological Forecasting and Social Change, v. 135, p. 99-111, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.04.015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518306048?casa_token=YxMMJu_MBDkAAAAA:NN

nDREJ4s0GnRMmQ0ht5VUYWSy-ounbeRn3xSGG22JbFuOwmGPXiK3td8aNj2z_XwIk03YDc1Bw0. Acesso em: 06 abr. 2021.

[12] DE NEGRI, F. Novos caminhos para a inovação no Brasil. Ed. Wilson Center, Washington, DC, 2018, 159 p. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=33511. Acesso em: 09 jan. 2022.

[13] DOBROVOLSKI, R. et al. Science and democracy must orientate Brazil's path to sustainability. Perspectives in Ecology and Conservation, v. 16, n. 3, p. 121-124, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.06.005. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064418300439. Acesso em: 06 abr. 2021.

[14] ENGLISH, L. P. Information Quality Applied: Best Practices for Improving Business Information, Processes and Systems. Wiley Publishing, 2009. Disponível em: https://www.wiley.com/en-us/Information+Quality+Applied:+Best+Practices+for+Improving+Business+Information,+Processes+and+Systems-p-9780470134474. Acesso em: 09 jan. 2022.

[15] FAPESP. Relatório de atividades Fapesp 2019. Publicações da Fapesp, 2020. Disponível em: https://fapesp.br/relatorio2019. Acesso em 02 abr. 2021

[16] FISCHER, B. et al. Quality comes first: university-industry collaboration as a source of academic entrepreneurship in a developing country. The Journal of Technology Transfer, v. 43, n. 2, p. 263-284, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s10961-017-9568-x. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10961-017-9568-x. Acesso em: 06 abr. 2021.

[17] GUIMARÃES, R.; LOURENÇO, R.; COSAC, S. O perfil dos doutores ativos em pesquisa no Brasil. Parcerias Estratégicas, 13, p.122-150, 2001. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/199. Acesso em: 06 abr. 2021.

[18] HALLAL, P. C. SOS Brazil: science under attack. The Lancet, v. 397, n. 10272, p. 373-374, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00141-0. Disponível em: https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)00141-0/fulltext. Acesso em: 06 abr. 2021.

[19] IBGE. Quinze estados têm PIB acima da média nacional em 2018; Sergipe é o único com queda, 2020. Disponível em: https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/29447-quinze-estados-tem-pib-acima-da-media-nacional-em-2018-sergipe-e-o-unico-com-queda.html. Acesso em: 02 abr. 2021.

[20] LARANJEIRO, N.; SOYDEMIR, S. N.; BERNARDINO, J. A survey on data quality: classifying poor data. In: 2015 IEEE 21st Pacific rim international symposium on dependable computing (PRDC). IEEE, 2015. p. 179-188. DOI: https://doi.org/10.1109/PRDC.2015.41. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7371861. Acesso em: 09 jan. 2022.

[21] MCMANUS, C.; NOBRE, C. A. Brazilian scientific mobility program-science without borders-preliminary results and perspectives. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 89, n. 1, p. 773-786, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160829. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652017000200773. Acesso em: 06 abr. 2021.

[22] MCMANUS, Concepta; NEVES, Abilio Afonso Baeta. Funding research in Brazil. Scientometrics, v. 126, p. 801-823, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s11192-020-03762-5. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-020-03762-5. Acesso em: 06 abr. 2021.

[23] MENDONCA, T. C., VARVAKIS, G. Análise do uso da informação para tomada de decisão gerencial em gestão de pessoas: estudo de caso em uma instituição bancária. Perspect. ciênc. inf., Belo Horizonte, v. 23, n. 1, p. 104-119, Jan. 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/1981-5344/2417. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362018000100104&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 01 nov. 2020.

[24] MONTEIRO, V. Burocracia consome mais de 30% do tempo dos cientistas, constata pesquisa. Confies, Brasília, jan. 2017. Disponível em: http://confies.org.br/institucional/ burocracia-consome-mais-de-30-do-tempo-doscientistas-constata-pesquisa/. Acesso em: 18 set. 2020.

[25] MUSCIO, A.; QUAGLIONE, D.; VALLANTI, G. Does government funding complement or substitute private research funding to universities? Research Policy, v.42 p. 63– 75, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.010. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733312001199?casa_token=EGTQ_OXRs3kAAAAA:DTXd-suDPtwm7k3gS9YNDTVTFve7bxwHuOivxSYCfkVcT_3Y1CLdyFxYu_mkitQzpBlKuCrqtDbx. Acesso em: 06 abr. 2021.

[26] NUNES-SILVA, L.; MALACARNE, A.; DE-BORTOLI, R. Ativos intangíveis e criação de valor: análise da produção científica. Scientia Plena, v. 17, n. 11, p.1-12, 2021. DOI: https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.271101. Disponível em: https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/6245. Acesso em: 06 jan. 2022.

[27] OLIVEIRA, A., et al. Data Quality Mining. New Knowledge in Information Systems and Technologies, p.361–372, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-16181-1_34. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-16181-1_34. Acesso em: 09 jan. 2022.

[28] OLIVEIRA, C. T. et al. Closing the Gap: Affirmative Action and College Adjustment in Brazilian Undergraduate Universities. Journal of College Student Development, v. 59, n. 3, p. 47-358, 2018. DOI: https://doi.org/10.1353/csd.2018.0031. Disponível: https://muse.jhu.edu/article/693988/summary?casa_token=m0QE1TIb55AAAAAA:KyV6dkBN9ePQQgxmm_KIbN2sqtWB1tSfgmUDR3yrO5pl9rjNLkqD_GUhH2s4p-qs56DNLSFuexNh. Acesso em: 16 mai. 2021.

[29] OLIVEIRA, F. S.; BONACELLI, M. B. M. Institutionalization of Research Administration in Brazil: Some Evidences. Journal of technology management & innovation, v. 14, n. 2, p. 69-80, 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242019000200069. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-27242019000200069&script=sci_arttext. Acesso em: 06 abr. 2021.

[30] PESQUISA Fapesp. Perfil desejável do pesquisador. Ed. 23, ago 1997. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/perfil-desejavel-do-pesquisador/. Acesso em: 03 fev. 2021.

[31] SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. TransInformação, Campinas, n. 28, v.1, p.15-31, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/2318-08892016002800002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-37862016000100015&script=sci_arttext. Acesso em: 06 abr. 2021.

[32] SOUZA, D. L. et al. A perspectiva dos pesquisadores sobre os desafios da pesquisa no Brasil. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.46, e221628, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046221628. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022020000100564&script=sci_arttext. Acesso em: 06 abr. 2021.

[33] STRONG, D. M., LEE, Y. W., WANG, R. Y. Data quality in context. Communications of the ACM, v. 40, n. 5, p. 103-110, 1997. DOI: https://doi.org/10.1145/253769.253804. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/10.1145/253769.253804. Acesso em: 09 jan. 2022.

[34] TOLLEFSON, J. 'Tropical Trump' sparks unprecedented crisis for Brazilian science. Nature, v. 572, n. 7768, p. 161-163, 2019. DOI: https://doi.org/10.1038/d41586-019-02353-6. Disponível em: https://europepmc.org/article/med/31388158. Acesso em: 06 abr. 2021.

[35] UNESCO How much does your country invest in R&D? Disponível em: http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending. Acesso em: 05 abr. 2021.

[36] VIDIGAL, C. B. R. Racial and low-income quotas in Brazilian universities: impact on academic performance. Journal of Economic Studies, v. 45, n. 1, p. 156-176, 2018. DOI: https://doi.org/10.1108/JES-10-2016-0200. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JES-10-2016-0200/full/pdf?title=racial-and-low-income-quotas-in-brazilian-universities-impact-on-academic-performance. Acesso em: 06 jun. 2021.

[37] WEI, J.; LIU, Y. Government support and firm innovation performance: Empirical analysis of 343 innovative enterprises in China. Chinese Management Studies, 2015. DOI: https://doi.org/10.1108/CMS-01-2015-0018. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CMS-01-2015-0018/full/pdf?title=government-support-and-firm-innovation-performance-empirical-analysis-of-343-innovative-enterprises-in-china. Acesso em: 06 jun. 2021.

Autores

AUTORES

RAFAEL ALVES PEDROSA (ORGANIZADOR)

Consultor de Gestão com enfoque em Logística Portuária e de Transportes, com graduação em Administração, Comércio Exterior, Logística e Transporte Multimodal e Gestão Portuária; Pós Graduação em Gestão de Comércio Exterior e Logística; Gestão Empresarial; Gestão, Docência e Tecnologias do Ensino Superior; MBA em Docência do Ensino Superior pela Fundação Getúlio Vargas - FGV; Mestre em Sustentabilidade de Sistemas Costeiros com dissertação voltada a Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos/SP; Doutorado em Planejamento e Gestão pela Universidade Federal do ABC (UFABC) com tese voltada ao impactos da expansão portuária do Porto de Santos na integração porto/cidade. Autor e organizador de livros e capítulos de livros relacionados a sua área de atuação. Coordenador de projetos de pesquisa e revisor de periódicos ligados as áreas de Logística e Comércio Exterior e planejamento territorial e urbano. Professor conteudista de cursos superiores em EaD. Possui cursos de atualização nas áreas de Administração, Logística e Comércio Exterior, fez intercâmbio na Argentina adquirindo fluência no idioma Espanhol, além de participar constantemente de fóruns destinados a estas áreas. Coordenador do curso de pós graduação em Gestão Portuária e Operações Internacionais. Com experiências na coordenação de Logística e transportes em empresas multinacionais sendo responsável pelo planejamento de distribuição e Logística das regiões Sul e Sudeste do país. Tendo sido contemplado com o prêmio de Melhor ideia inovadora 2010 . Atuou ainda no papel de Coordenador de Operações Portuárias. Já na docência foi contemplado com o prêmio Mérito Docente por atuação acadêmica destacada e foi contemplado com o prêmio Dr. Milton Teixeira pela orientação do melhor trabalho de iniciação cientifica.

ADILSON DA SILVA

Formado em Ciência da Computação pela universidade Católica de Pernambuco, com mestrado em Engenharia de Software pelo C.E.S.A.R.. Analista de sistemas da Empresa Municipal de Informática de Recife (EMPREL). Professor da área de tecnologia da informação nas cadeiras de Banco de Dados, Lógica de Programação e Gerencia Ágil de Projetos.

ADJEFERSON CUSTÓDIO GOMES (DCET/UESC)

Possui graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas de Energia Elétrica pela Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) (2011), mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela UFU, 2014 e 2018. Atualmente é Professor Adjunto no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), onde desenvolve projetos de pesquisa e de Iniciação Científica. Possui experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Conversão e Retificação da Energia Elétrica, atuando em diversos temas atrelados à Eletrônica de Potência, Fontes Alternativas de energia aplicadas em sistemas autônomos (stand-alone) e conectados à rede elétrica (grid-connected), Eficiência Energética e Qualidade da Energia Elétrica.

ADRIANA BARBOSA SANTOS

É docente da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) junto ao Departamento de Ciências de Computação e Estatística (DCCE) com atuação no âmbito da docência, pesquisa e extensão universitária. Bacharel e Mestre em Estatística (Unicamp), Doutora em Engenharia de Produção na área de Gestão da Qualidade (UFSCar). Projetos recentes envolvem os seguintes tópicos de pesquisa: reflexos da qualidade de dados na análise de dados; aprimoramento de técnicas de web-survey para melhorar taxa de resposta; uso de recursos audiovisuais para mediação de comunicação científica.

ADRIANA YUMI SATO DUARTE

Possui graduação (2009) em Bacharelado em Têxtil e Moda pela Universidade de São Paulo, Mestrado (2013) e Doutorado (2017) em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas. Realizou um período de Estágio de Doutorado Sanduíche no Exterior (SWE) - Programa Ciência sem Fronteiras (2015-2016) no Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion (Dik),

AUTORES

Universidade Técnica de Darmstadt, Alemanha. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica com ênfase em Projeto Mecânico e na área de Têxtil e Moda com ênfase em sustentabilidade, atuando em ensino e pesquisa nos seguintes temas: metodologia de projeto de produto, desenvolvimento de produto sustentável, fibras naturais brasileiras e Indústria 4.0. Atualmente é Professora Assistente II do Centro Universitário No. Sra. do Patrocínio (Ceunsp) e Coordenadora dos Cursos de CST em Design de Moda e CST em Design Gráfico.

ADRIANO CARLOS MORAES ROSA

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI (2019). Possuo Licenciatura Plena em Administração pelo Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica - CPS (2012). Sou também Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional (2007) e Pós-graduado (MBA) em Gerência de Produção e Tecnologia (2003) pela UNITAU - Universidade de Taubaté (2003). Possuo ainda Graduação Superior Tecnológica em Automação de Escritórios e Secretariado pela FATEC - Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá (2000). Tenho formação e experiência nas áreas de Administração e Logística (fui coordenador e gerente de transportes/frotas e de armazenamento de produtos perigosos). Atualmente, sou professor universitário (desde 2005) atuando na FATEC Guaratinguetá nos cursos de Gestão Empresarial, Logística e Gestão Financeira, como também, colaboro junto ao Laboratório de Inovação e Empreendedorismo (INTECFATEC) da instituição. Contratado também pelo CPS (Centro Paula Souza) no regime de RJI (Regime de Jornada Integral), sou pesquisador e, principalmente atuando em projetos de Inovação Aberta e Empreendedorismo para micro e pequenas empresas com trabalhos divulgados em vários estados do Brasil e no exterior (Alemanha, Chile, Índia, Itália, Estados Unidos, Portugal, etc.).

ALEXANDRE FARIAS ALBUQUERQUE

É doutor e mestre em Engenharia de Produção pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, possui graduação em Administração pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus de Três Lagoas e graduação em Ciências Econômicas - Faculdades Integradas Rui Barbosa. Atualmente é professor associado e pesquisador da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CPTL) e do Grupo de Estudos Organizacionais da Pequena Empresa (GEOPE). Tem experiência na área de Administração, atuando e pesquisando nos seguintes temas: mortalidade, sucesso e planejamento na pequena empresa.

ALEXSANDRO SILVA SOLON

Bacharel em Engenharia de Produção pela UNIMINAS; Especialista MBA em Logística Integrada pela UFU, Mestre em Engenharia Civil -Transportes pela UFU, Doutor em Biocombustíveis – Engenharia e Biotecnologia pela UFU, Pós Doutor em Engenharia industrial. Atualmente Professor Adjunto, Coordenador de Departamento e Pesquisador do Departamento de Engenharia de Produção da UFTM (Universidade Federal do Triângulo Mineiro).

ÁLVARO MAGRI NOGUEIRA DA CRUZ

É docente da União das Faculdades dos Grandes Lagos (UNILAGO) junto ao departamento de Engenharia da Computação com atuação no âmbito da docência e pesquisa; Cursa doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP); Coordena equipes de desenvolvimento de software e lidera pesquisa em aprendizado de máquina na empresa TagChat. Dentre os projetos recentes têm-se os seguintes tópicos de pesquisa: busca por padrões (SNPs) em biossequências; novas estratégias de divulgação e comunicação de trabalhos científicos; processamento de linguagem natural para classificação de áreas de conhecimento para artigos científicos.

ANA CAROLINA CUSTÓDIO LOPES

Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense, em Volta Redonda-RJ. Estagiária de Projetos na Haze Shift, uma Consultoria de Inovação Aberta e Transformação

AUTORES

Digital. Embaixadora do programa de educação empreendedora Inova-san 2021. Foi bolsista do Edital PIBITI/PIBINOVA no tema Indústria 4.0 na Produção Leiteira, pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Engenharia de Serviços - GEPES UFF , no qual também foi líder de Desenvolvimento de Membros e realizou pesquisa na linha de Gestão do Conhecimento. Também atuou como Gerente em Marketing e Direção Social no Diretório Acadêmico Dezessete de Julho (DADJ), e como Analista de Gestão de Pessoas na Lótus Marketing Empresa Júnior.

ANA LUCIA SOARES MACHADO

Possui graduação em Ciências Biológicas - FIG (1988), Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade da Amazônia - UFAM(2007), Doutorado em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (2012). Atualmente é professora de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBIT)do Instituto Federal do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial (IFAM-CMDI). Atua em projetos de sustentabilidade, Rede de Monitoramento de uma bacia Hidrográfica urbana da Amazônia (Projeto IETE), projetos Indústria 4.0 e Empreendedora sócia da Startup Ecossistemas Inteligentes, mentora do Projeto GAWA - Gamified Waste.

ANDRÉ LUIZ DE ALMEIDA PLACÊNCIA

Engenheiro Mecânico pela FEI; Pós-gradução "Lato Sensu" em Automação Industrial e Tecnologia da Usinagem, ambas pela UNICAMP; MBA em Gerenciamento de Projetos pela FIA; Mestrando em Engenharia Mecânica - Área Materiais e Processos de Fabricação - FEM/UNICAMP.

ANDRÉA CRISTINA DOS SANTOS

Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC - 2008). Mestrado em Engenharia Mecânica pela UFSC (2004) e graduação em Engenharia Química com Habilitação em Engenharia de Alimentos pela UFSC (1997). Possui experiência na indústria na área de qualidade de produto e processo. Trabalhou na Fleischmann Nabisco 1997 - 2001 nas áreas de controle de qualidade e desenvolvimento de produtos. Sócia da Empresa de Kieckbusch Consultoria e treinamentos de 2002-2008. Professora da Universidade de Brasília deste de 2011, no departamento de Engenharia de Produção. Foi coordenadora do curso de graduação em Engenharia de Produção entre 2014-2016.

ANDREI BONAMIGO

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2017). Pós-doutorando na Escola de Engenharia de Lorena (EEL) da Universidade de São Paulo (USP). É Professor Adjunto A nível 2 na Universidade Federal Fluminense lotado no Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda (EEIMVR). É Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFF. É coordenador do Grupo de Estudos e Pesquisa em Engenharia de Serviços - GEPES. Membro do Grupo de Pesquisa: Gestão, Empreendedorismo, Tecnologia e Inovação - GETI da USP. Possui Mestrado em Administração pela Universidade do Oeste de Santa Catarina, Mestrado Sanduíche no IPS - Polytechnic Institute of Setúbal - Portugal (2014). Especialista em Engenharia de Produção pelo Instituto Superior Tupy - Joinville/SC (2012). Graduado em Engenharia de Produção - Uninter (2020) e graduação em Fabricação Mecânica pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2010). Tem formação de nível Técnico em Mecânica - SENAI (2007). Atuou como docente nos cursos de graduação e de pós-graduação na Universidade do Oeste de Santa Catarina, UCEFF Faculdades e SENAI. Atuou como diretor/administrador da empresa Kata Business Solutions. Tem experiência na implementação e gestão de estratégias para a gestão da produção de bens e serviços baseadas no Lean thinking, Business ecosystem, ISO 9001 e Industrial service. Tem interesse em pesquisas na área de Gestão de ecossistemas de serviços industriais e cocriação de valor em serviços, Lean Thinking na gestão de serviços e Gestão do conhecimento, empreendedorismo, gestão de riscos e inovação em serviços industriais. É revisor de revistas nacionais e internacionais ligadas a Engenharia de produção e Administração.

AUTORES

ANTÔNIO CLEBER GONÇALVES TIBIRIÇÁ

Professor Titular, Doutor em Engenharia, vinculado à Universidade Federal de Viçosa, tendo atuação na pós-graduação e graduação nas áreas de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia de Produção.

BIANCA MYLENA DA SILVA ARAGÃO

Possui técnico em Redes de Computadores (2016), e graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão (2020). Atualmente é graduanda de Engenharia Civil, pela Universidade Estácio de Sá. Possui experiência em gestão de projetos, planejamento e orçamento na Secretaria de Estado do Esporte e Lazer MA.

BRUNA BORIN

Tecnóloga em Logística (2019) e especialista em Gestão de Projetos e Inovação (2021) pelo IFRS - Campus Canoas. Funcionária pública atuando na área de suprimentos e gestão da qualidade há 9 anos.

BRUNA MONIQUE SOUZA SILVA

Mestre em Engenharia Mecânica, com ênfase em Projetos Mecânicos na área de Desenvolvimento de Produto, pela Unicamp em 2021. Graduada em Projetos Mecânicos pela FATEC Sorocaba em 2015.

CARLOS HENRIQUE YAMASAKI MARTINS

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM. Participou do programa Ciências Sem Fronteiras, onde residiu na Alemanha e se aperfeiçoou em Business e Logística pela Leibniz Universität Hannover. Atualmente, atua como Engenheiro, direcionado para Automação Industrial e Telecomunicação. Interessa-se por áreas relacionadas a energias renováveis e tecnologias, que aumentam a eficiência de processos.

CELESTE JOSÉ ZANON

Doutor e mestre em Estratégia de Operações, especialista em Gestão da Produção e Engenheiro Químico pela UFSCar. Possui pós-graduação em Gestão Empresarial pela FEA-USP. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Gerontologia da UFSCar. Algumas de suas linhas de pesquisa residem em estratégias de marketing para o público sênior e gestão de operações de serviços em saúde. Atuou em cargos gerenciais por mais de 16 anos na Faber-Castell Brasil desenvolvendo trabalhos nas áreas de novos produtos e processos, gestão de operações, logística e planejamento.

CELIO FAVONI

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Bacharel em Economia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) e mestre em Teoria Econômica pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Atualmente é professor de Economia e Comércio Exterior no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza nas Faculdades de Tecnologia de Jahu e Bauru. É pesquisador em Regime de Jornada Integral (RJI) desde 2005 pela Fatec Jahu. Atua como editor associado na Revista Fatecnológica e como parecerista dos eventos FatecLog, Gepro e Simpep. Os temas de interesse no ensino, pesquisa e extensão envolvem: Comportamento do Consumidor, Teoria das organizações e Análise das redes.

AUTORES

CHARLES CRISTIAN SILVA COSTA

Formado em Gestão Empresarial – Faculdade de Tecnologia Prof. Waldomiro May – Cruzeiro/SP, cursando Gestão da Produção Industrial – Faculdade de Tecnologia Prof. Waldomiro May – Cruzeiro/SP (cursando – término em 2022), participei do V Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção – EEL-USP (2021), White Belt Lean Seis Sigma pela MAXION Structural Components (2018).

CLEBER BISOGNIN

Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal de Santa Maria (1999). Possui Mestrado (2003) e Doutorado (2007) em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foi professor na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é Professor Associado na Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Tem experiência na área de Probabilidade e Estatística, com ênfase em Séries Temporais, atuando principalmente nos seguintes temas: estimação clássica, estimação robusta, séries temporais, longa dependência e estatística matemática.

CLESTON ALEXANDRE DOS SANTOS

Doutor em Ciências Contábeis e Administração pela Universidade Regional de Blumenau (FURB), Mestre em Contabilidade pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Desde 2011 é professor efetivo da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), atualmente é docente e pesquisador do Curso de Ciências Contábeis do Campus Universitário de Três Lagoas (CPTL-UFMS) e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Escola de Administração e Negócios (PPGCC, ESAN), atuando nos seguintes temas / áreas: contabilidade gerencial, práticas contábeis, contabilidade e auditoria comportamental, julgamento e tomada de decisão e planejamento e análise de experimentos.

CRISTIANE SALOME RIBEIRO COSTA

Professora Adjunta da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), campus Centro Acadêmico do Agreste (CAA). Doutora em Administração pela Universidade Federal de Pernambuco (2015). Estágio Doutoral na Breda University of Applied Sciences - NHTV, no programa Executive Master in Imagineering, em Breda, Holanda (2012). Atua na área de ensino (graduação e pós-graduação), Extensão e Pesquisa. Coordena projetos de Iniciação Científica.

DANIELA REGINA KLEIN

Possui graduação em Zootecnia (2013) e mestrado em Produção Animal (2016) pela Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente cursa bacharelado em Estatística e doutorado em Produção Animal na Universidade Federal de Santa Maria. Tem experiência na área de produção animal com avicultura e suinocultura com ênfase em bem-estar animal, conforto térmico e nutrição, e na área de Estatística com estatística experimental e séries temporais.

DARÍO DA SILVA GLÓRIA

Como aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação no IFAM-CMDI tive experiências como monitor de disciplinas, voluntario de PIBEX(Programa Institucional de Bolsas de Extensão), bolsista em PIBIC(Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) e atualmente estou em um curso FIC(Formação Inicial e Continuada) promovido pela (FAEPI)Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM e a (SEDA)Samsung Eletrônica da Amazônia LTDA para áreas prioritárias relacionadas à STEM do Projeto ARANOUÁ, sou voluntario de um PIBIC e estagiário/desenvolvedor do projeto GAWA tendo como metodologia de trabalho o SCRUM, que faz parte de um programa de aceleração de STARTUPs(Samsung Creative Startup) cujo a startup é Ecossistemas Inteligentes.

AUTORES

DIEGO GILBERTO FERBER PINEYRUA

Pós-Doutorado em Gestão Organizacional, linha de pesquisa Gestão do Conhecimento, na Universidad de Valladolid - Espanha. Doutor em Administração pelo programa Dinter da UNINOVE com a UFMS. Graduação em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (1995) e Mestrado em Agronegócios pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2006). Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul do curso de Engenharia de Produção.

DOUGLAS MARQUES LELIS

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (2020). É aluno-pesquisador de iniciação científica pelo Grupo de Estudos e Pesquisa em Engenharia de Serviços - GEPES (2021). Já atuou na linha de pesquisa de Indústria 5.0 e atualmente trabalha na linha de pesquisa de Desenvolvimento de Serviços. Foi líder de Extensão em facilicities em cocriação B2B. É Assistente Financeiro pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG (2020). É Técnico em Transações Imobiliárias pelo Conselho Regional de Corretores de Imóveis - CRECI-RJ. Estagiou na Proptech Approva Fácil na área de Business Inteligence. Atuou como estagiário no Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDES na área de planejamento. Atuou como estagiário na Associação Brasileira das Entidades do Mercado Financeiro e de Capitais - ANBIMA. Tem 7 anos de experiência empreendedora na área de economia compartilhada e coworking no setor imobiliário. Tem interesse nas áreas de Gestão Financeira, Planejamento Estratégico, Desenvolvimento de Produtos e Serviços, Inovação e Tomada de Decisões.

DRIENNE MOREIRA PAZIN

Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no campus de Três Lagoas. Atuou como presidente da empresa júnior do curso, assim como vice-presidente na Associação Atlética. Atualmente está como Assistente Administrativo em Inteligência de Mercado na COLORMAQ. Tem interesse na área de empreendedorismo, gestão de projetos e negócios.

EDILSON MIOLLI FILHO

Graduando de engenharia de produção na PUC Minas. Técnico de Planejamento e Controle de manutenção em LuxParts, indústria de autopeças.

ERCILIA DE STEFANO

Pós-doutora em Engenharia Civil - UFRJ - COPPE. Pós-doutora em Sistemas de Gestão Sustentáveis - UFF. Doutora em Engenharia de Transportes - UFRJ - COPPE. Mestre em Engenharia de Sistemas - UFRJ - COPPE. MBA em Gestão Estratégica em Comércio Exterior. Especialista em Gestão Estratégica Pública. Especialista em Neuropsicopedagogia. Especialista em Gerência e Desenvolvimento de Sistemas Orientado a Objetos. Graduada em Matemática. Advogada. Professora Adjunta na UFF, pesquisadora e consultora. Membro do GT ABENGE de Educação Empreendedora. Revisora de revistas e periódicos. Especialista em metodologias ativas de ensino.

EVERALDO JOSÉ RABELO DOS SANTOS

Possui graduação em engenharia elétrica pela Universidade Federal do Pará (1979) e mestrado em Mecatrônica pela UnB. Atualmente é professor na area de Eletrônica e Automação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. Tem experiência nas áreas de Computação, Mecatrônica e Automação, com ênfase em Sistemas Computacionais, Mecatrônica e Automação

ÉVINA LESLY PEREIRA MARANHÃO

Possui graduação em Engenharia de Produção (2021) e pesquisas na área de programação linear e pesquisa operacional. Possui experiência em planejamento estratégico, gestão de pessoas e gestão

AUTORES

de estoques, além de proficiência nos idiomas: inglês (fluente), espanhol (avançado) e coreano (intermediário).

FABIANO RODRIGUES SORIANO (DCET/UESC)

Possui graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - Faculdades Integradas de São Carlos (2007), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (2012) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (2015). Atualmente é professor Adjunto da Universidade Estadual de Santa Cruz. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Garantia de Controle de Qualidade, atuando principalmente nos seguintes temas: Seis Sigma, Melhoria Contínua, Analise de dados multivariados

FERNANDO REMIGIO TAMARIZ LUNA (DCET/UESC)

Possui graduação em Física pela Universidad Nacional de Ingenieria (1989), mestrado em Física pela Universidade Estadual de Campinas (1994), doutorado em Física pela Universidade Estadual de Campinas (1998), pós-doutorado pela Universidade Federal Fluminense (2001) e pós-doutorado pela Universidade Estadual de Campinas (2000). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Estadual de Santa Cruz. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física Atômica e Molecular. Atuando principalmente nos seguintes temas: Níveis Energéticos, Transições Atômicas, Espectroscopia Atômica, Espectros de emisão, Theta Pinch e ions metálicos.

FRANCIELE DE CÁSSIA SILVA

Graduando de engenharia de produção na PUC Minas. Auxiliar de Engenharia de Processos em Pradolux, Indústria de autopeças.

FRANCO GIUSEPPE DEDINI

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1980), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1985) e PhD em Mecânica Aplicada pelo Politécnico de Milão (1993). Atualmente é professor associado - MS5 da Universidade Estadual de Campinas, Revisor das revistas Product (1676-4056), International journal of quality and reliability management, SAE Technical Papers, Revista Brasileira de Ciências Mecânicas e Ciência & Engenharia. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Projeto Mecânico, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento de produtos, dinâmica veicular, projeto de máquinas e metodologia de projeto.

GABRIELA PURCINO

Graduando de engenharia de produção na PUC Minas. Estagiária de Programação, Planejamento e controle da produção na Pysmian Group.

GIOVANE TAVEIRA DE SOUZA XAVIER

Técnico em mecatrônica pelo instituto Federal do Amazonas (2016) e estudante do curso de engenharia de Controle e Automação pelo Instituto Federal do Amazonas. Experiência em Eletrônica e Automação, desenvolvimento de placas eletrônicas e desenho CAD. Possuo Certificaçao Huawei de inteligência artificial, Atualmente sou Bolsista no Centro de Referência em Tecnologia Prof. Harlan Guerra Marcelo e - IFAM/CTHM como Analista de testes na empresa Sagemcom

GUILHERME DA SILVA MACHADO

Bacharelando em Estatística pela Universidade Federal de Santa Maria (2022). Participou do projeto Sigma Jr. como bolsista voluntario, além dos projetos Regressão e Modelos para Séries

AUTORES

Temporais com Base nas Distribuições Gompertz e Gompertz Generalizada e Modelos para Séries Temporais com Distribuição Dagum Exponencial Generalizada Exponencializada. Atualmente participa do projeto de estagio Regressão e Modelos para Séries Temporais com Base na Distribuição Lomax Exponencializada. Profissional comunicativo, disciplinado, organizado, e em constante auto aperfeiçoamento.

HENRY DYNA

Graduando em Gerontologia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Membro do Grupo de Pesquisa Estratégias de Marketing e Operações em Gerontologia (EMOG). Tem experiência na área de Gerontologia, atuando principalmente nos seguintes temas: envelhecimento, trabalhador idoso, organização e gestão.

HERLANDI DE SOUZA ANDRADE

Professor Doutor na Escola de Engenharia de Lorena (EEL) da Universidade de São Paulo (USP), na qual desenvolve, entre outras, as seguintes funções: Coordenador do Curso de Engenharia de Produção, Coordenador do Grupo de Pesquisa Gestão, Empreendedorismo, Tecnologia e Inovação (GETI), Presidente da Comissão de Inovação em Educação (CIE) e Assessor da Agência USP de Inovação. Também, é o Diretor Financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa e Ensino (FAPE). Sua área de pesquisa está relacionada à Gestão Estratégica da Tecnologia e da Inovação, envolvendo Propriedade Intelectual, Comercialização e Transferência de Tecnologia, Prospecção e Maturidade Tecnológica, Gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica, Estratégia Organizacional, Gestão da Qualidade em Sistemas Produtivos e Inovação nos processos de ensino e aprendizagem. Possui Pós-Doutorado pela UNESP, Doutorado e Mestrado em Ciências no Programa de Pós-graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica ? Área de Produção, pelo ITA, MBA em Gestão Empresarial pela FGV, Especialização em Metodologia e Gestão para Educação a Distância, pela AEDU, e graduação em Administração, Ciências Contábeis e Informática pela UNITAU e AEDU. Tem 26 anos de experiência profissional, atuando nas áreas de: gestão da qualidade e planejamento estratégico em indústria siderúrgica/metalúrgica; gestão estratégica e operacional, educação continuada e serviços financeiros em empresa de consultoria; gestão da propriedade intelectual em instituto público de pesquisa, no setor aeroespacial; e, docência e pesquisa nas áreas de Administração e Engenharia de Produção.

HUMBERTO CAETANO CARDOSO DA SILVA

Doutor em Administração, professor da pós graduação na FAFIRE, UNINASSAU e UNIFSA. Professor da graduação na UPE, FACHO, UNIBRA, UNINASSAU e UNIFSA. Sócio diretor da CAESI TECNOLOGIA.

IGOR DANILO COSTA MATOS

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), atualmente realiza especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Laboro. Já atuou em projetos na área de Métodos de Apoio a Decisão Multicritério, Pesquisa Operacional, Ergonomia, Gestão da Cadeia de Suprimentos e Gestão de Projetos. Possui experiência profissional na área de gestão de estoque e manutenção voltada para a manutenção predial no Campus Paulo VI da Universidade Estadual do Maranhão.

JAQUELINE TEREZINHA MARTINS CORRÊA RODRIGUES

Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1998), Licenciatura em Matemática pela Unisul virtual (2012) , MBA em Gestão Empresarial pela FGV-Decision (2002), Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2009) e Doutorado na Engenharia de Produção da UFRGS, na área de Qualidade, tendo como tema de pesquisa os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (2016). Atua como Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Canoas. Possui experiência profissional nas áreas de Qualidade, Logística, Gestão de

AUTORES

Projetos e Telecomunicações. Atua principalmente nos seguintes temas: Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, Qualidade, Logística, Logística Reversa e Gestão da Produção.

JOAO CAIO SOUZA NUNES

Como aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação no IFAM-CMDI tive experiências como monitor de disciplinas, voluntario de um PIBEX(Programa Institucional de Bolsas de Extensão), bolsista em um PIBIC(Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica), curso FIC(Formação Inicial e Continuada) promovido pela (FAEPI)Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM e a (SEDA)Samsung Eletrônica da Amazônia LTDA para áreas prioritárias relacionadas à STEM do Projeto ARANOUÁ, fui voluntario de um PIBIC e estagiário/desenvolvedor do projeto GAWA que faz parte de um programa de aceleração de STARTUPs(Samsung Creative Startup) cujo a startup é Ecossistemas Inteligente, atualmente sou Bolsista do Projeto ARANOUÁ. Formação acadêmica: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Mecatrônica, Robótica e Engenharia de Controle e Automação · fevereiro de 2018 - fevereiro de 2023) ICBEU – Idiomas e Literaturas Estrangeiras · (janeiro de 2019 - janeiro de 2023) Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM-FAEPI Desenvolvimento de Pessoas e Ideias com Cultura Maker · (julho de 2021 - setembro de 2021)Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM-FAEPI Mecatrônica, Robótica e Engenharia de Controle e Automação · (junho de 2021 - agosto de 2021) Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM-FAEPI Bacharelado em Engenharia, INTRODUÇÃO EM PROGRAMAÇÃO E EM TECNOLOGIA, Engenharia · (março de 2021 - julho de 2021)

JOÃO GABRIEL RUBEZ DA COSTA

Formado em Gestão Empresarial – Faculdade de Tecnologia Prof. Waldomiro May – Cruzeiro/SP, cursando Gestão da Produção Industrial – Faculdade de Tecnologia Prof. Waldomiro May – Cruzeiro/SP (cursando – término em 2022), participei do V Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção – EEL-USP (2021), curso Introdução à Liderança Lean pela Fundação Bradesco (2022).

JOSÉ VICENTE DA SILVA BASTOS

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão (2019) e especialização em Produção Lean Manufacturing pela Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (2020). Atualmente é professor substituto do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Maranhão, pesquisando na área de Métodos Multicritério de Apoio à Decisão e Gestão Energética. Experiência profissional também com projetos de performance operacional no setor de distribuição de energia elétrica, bem como a gestão de indicadores técnico e comerciais no Centro de Operações do Grupo Equatorial Energia. Vivência internacional através da graduação sanduíche no Karlsruhe Institute of Technology na Alemanha, com foco em gestão de relacionamento com clientes, supply chain management e energia sustentável.

JOSSIANE GONÇALVES DO NASCIMENTO

Graduanda em Ciências Contábeis na Universidade Federal Fluminense, é jovem aprendiz em uma empresa de metalurgia. Foi Analista de Contabilidade na Empresa Júnior Lótus Marketing (2019), é aluna- pesquisadora em iniciação científica no Grupo de Estudos e Pesquisas em Engenharia de Serviços, onde atua na linha de pesquisa de Indústria 5.0, e na parte de gestão é Líder de Desenvolvimento de membros.

KELIAS DE OLIVEIRA

Graduado em Engenharia Elétrica (PUC-GO), Pós-Graduado em Controle e Automação (CEFET-MG), Mestre em Engenharia Elétrica (UFU-MG) e Doutor em Engenharia Eletrônica e Computação (ITA-SP). Atualmente é Professor Titular do Instituto Federal de Goiás (IFG-Campus Goiânia) e Coordenador do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Telecomunicações: Prédios Inteligentes. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Telecomunicações, atuando

AUTORES

principalmente nos seguintes temas: Sistemas de Comunicações, Antenas Adaptativas, Propagação de Ondas, Antenas Convencionais. Sistemas GPS/GNSS, Rastreamento, Cintilação Ionosférica. Ângulos de Chegada.

LEONARDO DELGADO FARIA KLEUSER

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Participou do Comitê Organizador da 1ª e 2ª Semana Acadêmica da Escola de Engenharia de Petrópolis. Atua como Analista de testes na Money Money Serviços Financeiros S.A., no setor de Tecnologia de Informação e Comunicação. Estagiou e trabalhou na empresa T2M - Teste 2 Market como testador Jr.

LINARA STEFANI FACINI

Bacharel, Mestre e Doutoranda em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) comatuação no âmbito da pesquisa e extensão universitária. Docente do Colégio Unique e docente voluntária na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP); Projetos recentes envolvem os seguintes tópicos de pesquisa: qualidade e análise de dados dos pesquisadores brasileiros; estudo sobre reticulados via teoria algébrica dos números com aplicação na engenharia elétrica através de sofwares como Magma e Wolfram Mathematica.

LUCAS FERREIRA MENDES

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense, UFF (2018). É estagiário superior na área de Produção / Operações no ramo de componentes automotivos, na empresa Alemã Benteler Group. Foi aluno-pesquisador de iniciação científica pelo Grupo de Estudos e Pesquisa em Engenharia de Serviços - GEPES (2021). Já atuou na linha de pesquisa de Indústria 4.0 e co-criação de valor para negócios Business to Business (B2B). É Técnico em Administração de Empresas, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Atuou como estagiário técnico na área de Gente e Gestão na Ambev, atuando principalmente com gestão de pessoas. Possui interesse nas áreas de Supply Chain e Gestão de Operações Industriais.

LUIZ ANTONIO LARIOS GARCIA

Formado em administração de Empresas, Direito, Pedagogia, engenharia mecânica, tecnologia Pós-graduado em engenharia de segurança do trabalho, educação em saúde púbica, pedagogia hospitalar, docência de nível superior e metodologias ativas, educação profissional, psicopedagogia, cadeia de abastecimento suply chain. Mestre em Educação. Professor da Escola Técnica Estadual Fernando Prestes desde 2001.

MARCUS AUGUSTO VASCONCELOS ARAÚJO

Possui Doutorado em Administração pela Universidade Federal de Pernambuco (2012). É Professor Adjunto da UPE, onde atua como Docente Permanente do Mestrado Profissional em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável (GDLS) e no curso de Administração. Atua como pesquisador no núcleo de pesquisa GIRO/UFPE (Gestão de Inovação em Redes de Operações) e como Professor convidado em diversos cursos de Pós-Graduação Lato Sensu.

MARIANE RIBEIRO SILVA

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Técnica em Petróleo e Gás. Participou do Comitê Organizador da 2ª Semana Acadêmica da Escola de Engenharia de Petrópolis, com o tema "Ciência para Redução das Desigualdades". Atualmente estagiando como Local Delivery Manager na Orange Business Services, no setor de Entregas Norte-Americano. Estagiou no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF/UFRJ). Estagiou e trabalhou na Eurofins Scientific.

AUTORES

MARINA MOTA FRANÇA

Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Atuou em projetos acadêmicos nas áreas: Pesquisa Operacional, Ergonomia e Gestão da Cadeia de Suprimentos. Possui experiência profissional, em estágios, nas áreas: Gestão de Estoque, Planejamento Estratégico, Gestão de Risco, Planejamento e Controle de Processos.

MARUEDSON PIRES MARTINS (DCET/UESC)

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade do Estado de Minas Gerais (1994), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (1996) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2004). Atualmente professor Titular, Tutor do PET-CA (Controle e Automação) e Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica (instalações elétricas residencial e industrial, conservação de energia e controle e automação).

MELINE MELISSE TRINCA GUERINO

Graduando de engenharia de produção na Puc Minas. Estagiária de engenharia no setor de injeção plástica na Pradolux, indústria de autopeças.

MICHAEL GONÇALVES DA SILVA

Graduação em Ciências Econômicas (2008), mestrado em Desenvolvimento Econômico (2011) e doutorado em Economia Aplicada (2015) pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Economista da Universidade Federal de Santa Maria, chefe da seção de Convênios do Departamento de Contabilidade e Finanças. Colaborador na Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) na disciplina de gestão orçamentária e financeira. Professor na Faculdade Antônio Meneghetti de Fundamentos de economia e administração. Desenvolve pesquisas nas seguintes áreas: economia internacional, economia industrial, séries temporais, economia de empresas, desenvolvimento econômico e economia do setor público.

MICILA SUMÁRIA MEDEIROS PEREIRA

Possui graduação em Ciências da Computação, especialista em engenharia de Software. Atualmente é professora de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBIT), no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM/CDMI) e atua como pesquisadora no Polo de Inovação – IFAM/CTHM, em Pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental de protótipo em Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Tecnológica (PD&I), Robótica educacional . Tem experiências em teste para mobile, plataformas Android e Windows Phone, sistemas para recursos de desktop e sistemas embarcados e habilidades nas Ferramentas - Redmine, Testlink, JIRA, Bugtraks e IDEs de automação, e robótica educacional.

NATHÁLIA MARCIA GOULART PINHEIRO

Doutoranda em Engenharia Mecânica em formação pela Unicamp. Mestre em Engenharia de Produção pela UFPR em 2016. Engenheira de Controle e Automação pela UFSC em 2011.

NIVALDO LEMOS COPPINI

Professor Titular Colaborador da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP . Atuou como professor da UNICAMP desde 1971 em Ensino de Graduação e Pós-Gaduação. Desenvolveu atividades de administração: Diretor Superintendente do Centro de Tecnologia, Vice Diretor da Faculdade de Engenharia, Presidente da Camara Curricular em Ensino de Graduação e Pós-Graduação (equivalente à Pró-Reitoria). Foi bolsita CNPq. Publicou 5 dezenas de artigos em periódicos intercionais. Orientou 5 dezenas de Dissertações de Mestrado e 2 dezenas de Teses de Doutorado.

AUTORES

RAMON OLIVEIRA BORGES DOS SANTOS

Graduado em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário Salesiano de São Paulo - UNISAL Lorena, Graduado em Licenciatura em Matemática pelo Centro Universitário Internacional - UNINTER, obtenho curso técnico profissionalizante pela escola técnica ETEC Professor Alfredo de Barros Santos - Guaratinguetá e cursos profissionalizantes industriais pelo Senai. Atuei na equipe de robótica do Unisal - Lorena denominada de X-Bots, atuando nas áreas de mecânica e lego. Como estudante pesquisador obtive uma bolsa de Iniciação Tecnológica - PIBIT, financiada pelo CNPQ, sendo o número do projeto no CNPq: 801194/2018-0. Pesquisei sobre Propagação Dinâmica do Movimento do Sistema de Satélites Artificiais do tipo Tether, a bolsa foi concedida por um ano, sendo aplicada entre os anos de 2019 e 2020. Atualmente sou integrante do corpo de pesquisadores do Unisal Lorena, participando do grupo de pesquisa institucional vinculado ao CNPq, atuando na modalidade de pesquisador nível iniciação científica, o grupo de pesquisa apresenta a denominação de Inovação Acadêmica, Sustentável e Social.

RAYAN MARINATO SALES CORDEIRO

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Estagiou e trabalhou na empresa T2M - Teste 2 Market como testador Jr. Atualmente na função de Product Owner no setor de produtos digitais da empresa YDUQS.

REGINA CÉLIA MESSIAS DOS SANTOS

Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Católica de Pernambuco (INICAP). Especialização em Governança de TI pela Faculdade Frassinetti do Recife (FAFIRE). Possui mais de 15 anos de experiência em consultoria de projetos e processos de negócios.

REGINAL FERREIRA DA COSTA FILHO

Mestre em Arquitetura e Urbanismo, com atuação profissional em consultoria, projetos e execução de construções em madeira.

ROBERTO BARBOSA SANTOS

Bacharel em Engenharia Química, com especialização em Engenharia de Produção e MBA em Gestão de Projetos e Gestão da Qualidade. Atuando a oito anos na área de concessionárias de veículos pesados, ao qual, está dedicado a área de qualidade e implantação do Lean Service nas operações das oficinas e das áreas administrativas do grupo empresarial, em que atua.

RÔMULO DA COSTA DELMONDES

Mestre em Sistemas Mecatrônicos pela UnB, linha de pesquisa em desenvolvimento de Produtos Mecatrônicos. Graduado nos cursos de Ciências da Computação e Engenharia Elétrica pela PUC-GO. Especialista pelo Instituto Federal de Goiás (IFG) em Telecomunicações - Prédios Inteligentes. Técnico em Eletrônica pela Escola Técnica Federal de Goiás (ETFG). Atuou em empresas na função de líder de campo, técnico industrial em eletrônica, desenvolvimento de software, manutenção de computadores, professor de curso técnico profissionalizante. Conselheiro do CREA/GO entre Jan/2019 a Dez/2021, vice-presidente da Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas - Seção Goiás.

RONNEY SILVEIRA DE ALMEIDA

Possui graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - Universidade Estadual de Santa Cruz (2021). Atualmente é Supervisor de Operações e Armazém na multinacional de bebidas AmBev. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em processos logísticos de distribuição, armazenagem de produtos acabados e controle de qualidade.

AUTORES

ROSINEI BATISTA RIBEIRO

Pós-Doutorado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) no Instituto de Estudos Avançados - IEAv, Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial - DCTA - 2020. Pós-Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Guaratinguetá - FEG-UNESP - 2014. Bolsista de Produtividade em Pesquisa-PQ -2015/2018. Doutorado em Engenharia Mecânica pela UNESP- FEG (2004).Coordenador Institucional das Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do CNPq - PIBITI e PIBIC-EM - UNIFATEA

THAIS RODRIGUES DE OLIVEIRA

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atua como Analista de Organização de Operações na Orange Business Services, no setor de Tecnologia de Informação e Comunicação. Estagiou no Instituto Federal do Rio de Janeiro-Campus Duque de Caxias na CIEE. Publicou os artigos "Levantamento de Práticas Sustentáveis em Instituições de Ensino Superior Nacionais e Internacionais" no XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção em 2020 e "Application of Project Based Learning Approach at process analysis and improvement of a Textile Industry" no International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 16th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE) em 2019.

VANESSA CRISTHINA GATTO

Possui graduação em Ciências Econômicas pelo Centro Universitário Toledo. Especialização em Administração Financeira e Auditoria na Universidade de Taubaté. Especialização em Gestão da Produção na Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - UNESP / Guaratinguetá. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá. Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho - UNESP/ Guaratinguetá, com especialidade em Economia da Tecnologia. Professora III/E na Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá - FATEC.

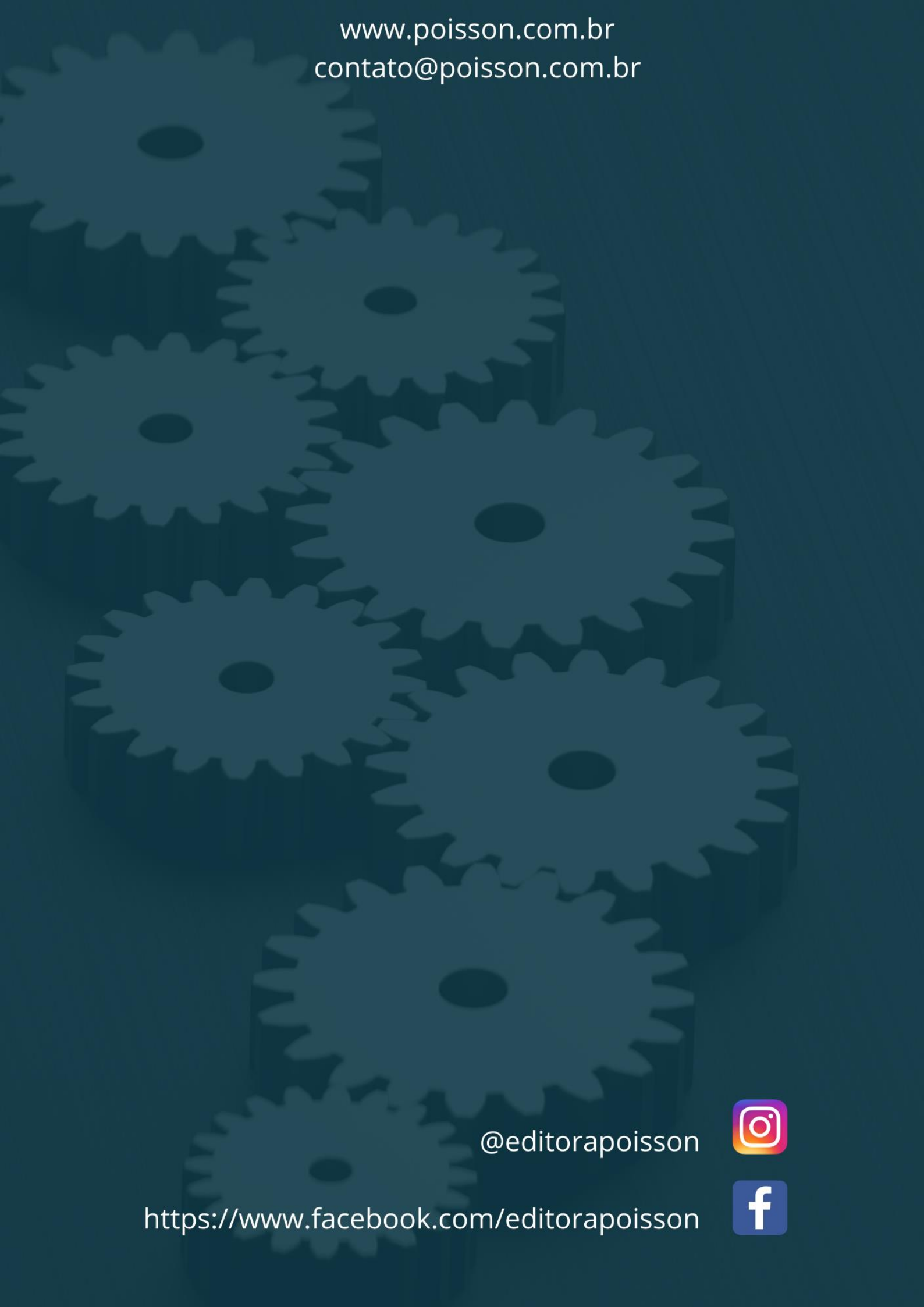
VANESSA SIQUEIRA PERES DA SILVA

Doutora (2015) e Mestre (2011) em Estatística e Experimentação Agropecuária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (2006). Atualmente é professora adjunta no Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Tem experiência em pesquisa e ensino na área de Probabilidade e Estatística, com ênfase em Estatística Computacional, Séries Temporais, Inferência Bayesiana, Análise Multivariada e Cálculo.

VITOR ARLINSON RODRIGUES DA SILVA

Estudante do 8º período de Engenharia de Controle e Automação (IFAM), atua como pesquisador no Centro de Referência em Tecnologia Prof. Harlan Guerra Marcelice - IFAM/CTHM (2021), Desenvolvedor de software na Ecossistemas Inteligentes (2020-2021).

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br



@editorapoisson

https://www.facebook.com/editorapoisson